



# Mapa de Impactos del **Cambio Climático** en Extremadura

JUNTA DE EXTREMADURA

**EDITA:** Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente. Junta de Extremadura.

**EQUIPO REDACTOR:** María A. Pérez Fernández (Directora General de Evaluación y Calidad Ambiental); Raquel García Laureano (Coordinadora de Cambio Climático, GPEX SAU); Gloria Moreno Pecero (Técnico de Medio Ambiente, GPEX SAU), Feliciano Corzo Pantoja (Técnico de Medio Ambiente, GPEX SAU), Ana Belen Toribio Sevillano (Técnico de Medio Ambiente, GPEX SAU) y Julia Robles Gil (Técnico de Medio Ambiente, GPEX SAU).

**DISEÑO E IMPRESIÓN:** GRAFIPRIM, Servicios Integrales de Impresión Publicitaria

**DEPÓSITO LEGAL:** BA-000164-2011

**ISBN:** 978-84-606-5266-3

El Mapa de Impactos del Cambio Climático en Extremadura ha sido financiado por el Programa Operativo FEDER de Extremadura 2007-2013. Dicho programa se incluye en la Prioridad 3: “Medio ambiente, entorno natural, recursos hídricos y prevención de riesgos”, en el tema clave 4: “Prevención y control integrados de la contaminación: justificación, objetivos específicos y posible tipología de actuaciones a realizar” y en la categoría de gasto 49: “Mitigación del cambio climático y adaptación a él”.

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. ESCENARIOS REGIONALIZADOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EXTREMADURA</b>	<b>5</b>
2.1. Introducción	5
2.2. Metodología	6
2.2.1. Generalidades	6
2.2.2. Descripción de los trabajos	7
2.2.3. Cartografía climática	8
2.3. Análisis de las variables climáticas en Extremadura	9
2.3.1. Medias anuales de las temperaturas máximas diarias	9
2.3.2. Medias anuales de las temperaturas mínimas diarias	12
2.3.3. Precipitación media acumulada anual	14
2.4. Análisis de los resultados: cambios de temperatura y precipitación	17
2.4.1. Aumento de las medias anuales de las temperaturas máximas y mínimas diarias en 2025 y 2050 respecto al periodo 1961-1990	18
2.4.2. Cambio en la precipitación anual en 2025 y 2050 respecto al periodo 1961-1990	24
2.5. Proyecciones regionalizadas de los periodos 2011-2040 y 2041-2070: cambios de temperatura y precipitación	27
2.5.1. Media anual de las temperaturas máximas diarias	27
2.5.2. Media anual de las temperaturas mínimas diarias	27
2.5.3. Media de la precipitación anual acumulada	29
<b>3. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR GANADERO</b>	<b>35</b>
3.1. El sector ganadero en Extremadura	36
3.2. Impactos del cambio climático sobre el sector ganadero	42
3.3. Contribución del sector ganadero al cambio climático	47
3.4. El sector ganadero extensivo y las dehesas en Extremadura	50
<b>4. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR AGRÍCOLA</b>	<b>54</b>
4.1. El sector agrícola en Extremadura	54
4.2. Impactos del cambio climático sobre el sector agrícola	62
4.3. El cambio climático: agricultura y recursos edáficos	65
4.4. El cambio climático: consecuencias en el sector agrícola y en la población	66
4.5. Necesidad de adaptación de la agricultura al cambio climático	71
<b>5. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR FORESTAL</b>	<b>72</b>
5.1. El sector forestal en Extremadura	72
5.2. Impactos del cambio climático sobre el sector forestal	76
5.3. Impactos específicos del cambio climático sobre el sector forestal extremeño	79
5.4. Efectos del cambio climático sobre los recursos y aprovechamientos relacionados con el sector forestal	84
5.5. El papel del sector forestal en la mitigación del cambio climático	87
5.6. Beneficios de los ecosistemas forestales	91

<b>6. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA BIODIVERSIDAD</b>	<b>93</b>
6.1. Biodiversidad en España	94
6.2. La biodiversidad en Extremadura	96
6.3. Impactos del cambio climático sobre la biodiversidad	105
6.4. Efectos del cambio climático sobre las principales especies vegetales de Extremadura	112
6.5. Biodiversidad y adaptación al cambio climático	119
<b>7. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR HÍDRICO</b>	<b>120</b>
7.1. El sector hídrico en Extremadura	120
7.2. Impactos del cambio climático sobre el sector hídrico	127
7.3. Ciclo hidrológico del agua	131
7.4. Impactos específicos del cambio climático sobre el sector hídrico extremeño	138
7.5. Efectos del cambio climático sobre los recursos y aprovechamientos relacionados con el sector hídrico	144
7.6. El papel del sector hídrico en la emisión de gases de efecto invernadero	144
<b>8. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR ENERGÉTICO</b>	<b>147</b>
8.1. El sector energético en Extremadura	148
8.2. Impactos del cambio climático sobre el sector energético	159
8.3. Impactos específicos del cambio climático sobre el sector energético extremeño	162
8.4. Efectos del cambio climático sobre los recursos y aprovechamientos relacionados con el sector energético	170
8.5. Contribución del sector energético extremeño al cambio climático	170
<b>9. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR DEL TURISMO</b>	<b>174</b>
9.1. El sector turismo en Extremadura	174
9.2. Impactos del cambio climático sobre el sector del turismo	181
9.3. Impactos específicos del cambio climático sobre el sector del turismo extremeño	183
9.4. Relación entre el cambio climático y el sector turístico	188
9.5. Propuestas y medidas de adaptación y mitigación al cambio climático que debería adoptar el sector turístico	189
<b>10. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR SALUD</b>	<b>191</b>
10.1. El sector salud en Extremadura	192
10.2. Impactos del cambio climático sobre la salud	197
10.3. Adaptación al cambio climático en el sector sanitario	208
<b>11. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR SEGURO</b>	<b>210</b>
11.1. Impactos del cambio climático sobre el sector seguro	210
11.2. Impactos específicos del cambio climático sobre el sector del seguro extremeño	214
11.3. Agroseguros	216
11.4. El Consorcio de Compensación de Seguros en la cobertura de los riesgos catastróficos de la naturaleza	219
11.5. Propuesta de medidas de adaptación al cambio climático del sector seguro	221
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>222</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

### Capítulo 1

Tabla 1.1. Relación entre la superficie y el número de habitantes de Extremadura y España	3
---	---

### Capítulo 2

Tabla 2.1. Valores estadísticos singulares relativos a la media de las temperaturas máximas diarias (° C) para los distintos escenarios y horizontes temporales analizados	19
Tabla 2.2. Valores estadísticos singulares relativos a la media de las temperaturas mínimas diarias (° C) para los distintos escenarios y horizontes temporales analizados	22
Tabla 2.3. Valores estadísticos singulares relativos a la precipitación acumulada anual (mm) para los distintos escenarios y horizontes temporales analizados	26

### Capítulo 3

Tabla 3.1. Producción animal en Extremadura en el año 2007	38
Tabla 3.2. Estructura de las explotaciones agrarias extremeñas en el año 2007	39
Tabla 3.3. Distribución autonómica y nacional de las explotaciones agrarias según grandes grupos de usos y aprovechamientos de Superficie Agraria Útil en el año 2007	40
Tabla 3.4. Razas ganaderas más significativas en los sistemas extensivos de Extremadura según el Real Decreto 1682/1997	41
Tabla 3.5. Resumen de las principales consecuencias del cambio climático en el sector ganadero	43
Tabla 3.6. Proyectos llevados a cabo en el centro de investigación agraria Finca La Orden-Valdesequera, relacionados con las repercusiones del cambio climático en el sector ganadero	48
Tabla 3.7. Emisiones del sector primario en Extremadura durante el año 2008	49

### Capítulo 4

Tabla 4.1. Producción Final Rama Agraria. Producción Vegetal en Extremadura en el año 2007	55
Tabla 4.2. Distribución general de la tierra, expresado en hectáreas, por tipos y sistemas de cultivo en Extremadura	57
Tabla 4.3. Resumen de las principales consecuencias del cambio climático en el sector agrícola	62
Tabla 4.4. Proyectos llevados a cabo en el centro de investigación agraria Finca La Orden -Valdesequera, relacionados con las repercusiones del cambio climático en el sector agrícola	66

### Capítulo 5

Tabla 5.1. Principales funciones del sector forestal	72
Tabla 5.2. Superficie ocupada por las principales especies forestales de Extremadura	74
Tabla 5.3. Resumen de las principales consecuencias del cambio climático sobre el sector forestal	76
Tabla 5.4. Proyectos llevados a cabo en Extremadura relacionados con las repercusiones del cambio climático en el sector forestal	80
Tabla 5.5. Erosión real y potencial de Extremadura	83

### Capítulo 6

Tabla 6.1. Número de especies descritas para las distintas clases de vertebrados en la Península Ibérica	95
Tabla 6.2. Superficie de la Comunidad extremeña ocupada por la Red de Áreas protegidas de Extremadura	96
Tabla 6.3. Espacios Protegidos de Extremadura más significativos y superficie de cada uno de ellos en la Comunidad respecto al total de la Red de Espacios Protegidos de Extremadura	98
Tabla 6.4. Espacios con otra figura de protección en Extremadura	99
Tabla 6.5. Especies incluidas en las distintas categorías de amenaza en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas	99

de Extremadura

Tabla 6.6. Planes de acción vigentes en la Comunidad Autónoma de Extremadura	99
Tabla 6.7. Resumen de las principales consecuencias del cambio climático sobre la biodiversidad	106
Tabla 6.8. Valores asignados al umbral de idoneidad, utilizando el método Estadístico MAXENT	112

## Capítulo 7

Tabla 7.1. Volumen de agua disponible (potabilizada y no potabilizada) en Extremadura para 2008	121
Tabla 7.2. Volumen de agua suministrada a la red en Extremadura para 2008	121
Tabla 7.3. Consumo de agua por tipo de cultivos en Extremadura durante el año 2008	122
Tabla 7.4. Número de abastecimientos, estaciones de tratamiento de agua potable (ETAPs), depósitos y redes de distribución en cada área sanitaria de Extremadura	123
Tabla 7.5. Días de sequía leve y grave en Cáceres y Badajoz en el periodo 2004-2009	125
Tabla 7.6. Cuadro resumen de efectos del cambio climático sobre el sector hídrico	127
Tabla 7.7. Valores medios de evapotranspiración en las Demarcaciones	132
Tabla 7.8. Valores de precipitación mínima, media y máxima en las distintas Demarcaciones Hidrográficas españolas	133
Tabla 7.9. Valores mínimos, medios y máximos de temperaturas de las distintas Demarcaciones en el periodo 1941-2009	133
Tabla 7.10. Aportaciones específicas a las Demarcaciones Hidrográficas mediante esorrentía	134
Tabla 7.11. Volúmenes y capacidad de agua embalsada en las Demarcaciones Hidrográficas en enero de 2010	135
Tabla 7.12. Capacidad de reutilización en las distintas Demarcaciones Hidrográficas	137
Tabla 7.13. Registro de datos de precipitaciones anuales medias por Demarcaciones en el periodo 2000-2008	142
Tabla 7.14. Evapotranspiración media de las Demarcaciones del Guadiana y del Tajo	142
Tabla 7.15. Registro de valores de esorrentías de las Demarcaciones para el periodo 2000-2008	143
Tabla 7.16. Situación de la Cuenca del Tajo. Embalses (2008)	143
Tabla 7.17. Situación de la Cuenca del Guadiana. Embalses	143

## Capítulo 8

Tabla 8.1. Actuaciones previstas en la Comunidad Autónoma para combatir el Cambio climático	148
Tabla 8.2. Producción de energía eléctrica en régimen ordinario en Extremadura en el año 2008	149
Tabla 8.3. Potencia instalada en centrales nucleares y centrales hidroeléctricas en la Comunidad Autónoma de Extremadura en el año 2008	150
Tabla 8.4. Empresas con sistemas de cogeneración en Extremadura	151
Tabla 8.5. Resumen de las instalaciones de energías renovables instaladas en Extremadura en el año 2009	152
Tabla 8.6. Potencia instalada en régimen especial en Extremadura y en España en el año 2009	152
Tabla 8.7. Energía adquirida al régimen especial en Extremadura y en España en el año 2009	153
Tabla 8.8. Principales impactos debidos al cambio climático en el sector energético	160
Tabla 8.9. Producción nacional bruta de energía eléctrica (MWh)	161
Tabla 8.10. Previsión de producción bruta de energía en Extremadura	163
Tabla 8.11. Distribución de superficie de la Demarcación del Guadiana	166
Tabla 8.12. Centrales hidroeléctricas que operan en régimen ordinario en la DH del Guadiana	167
Tabla 8.13. Características de la Central Nuclear de Almaraz	167
Tabla 8.14. Características de las Centrales hidráulicas de la Demarcación Hidrográfica del Tajo	168
Tabla 8.15. Resultados por sectores de la aplicación de las medidas del Convenio Marco de colaboración entre la Comunidad Autónoma de Extremadura y el IDAE para el año 2008 y 2009	171

Tabla 8.16. Emisiones evitadas para instalaciones autorizadas recientemente por tecnología y según la potencia instalada	172
--	-----

## Capítulo 9

Tabla 9.1. Número de establecimientos hoteleros y plazas en Extremadura a diciembre del 2009	175
Tabla 9.2. Localidades de Extremadura con más de 50 plazas en el año 2008	177
Tabla 9.3. Alojamientos extra hoteleros y plazas en Extremadura a diciembre de 2009	177
Tabla 9.4. Relación de viajeros, pernoctaciones y estancias medias en Extremadura para el año 2009	179
Tabla 9.5. Efectos del cambio climático y sus repercusiones sobre el turismo	181

## Capítulo 10

Tabla 10.1. Número de municipios según número de habitantes en Extremadura y sus provincias	192
Tabla 10.2. Distribución de la población por tamaño de los municipios en Extremadura y sus provincias	192
Tabla 10.3. Densidad de población de las Zonas Rurales de Extremadura	193
Tabla 10.4. Población por tramo de edad en la Comunidad Autónoma de Extremadura en el año 2009	195
Tabla 10.5. Personal hospitalario por cada 100 camas en funcionamiento en Extremadura y en España	197
Tabla 10.6. Resumen de las principales consecuencias del cambio climático en el sector sanitario	199
Tabla 10.7. Principales enfermedades vectoriales susceptibles de ser influidas por el cambio climático	202

## Capítulo 11

Tabla 11.1. Principales impactos debidos al cambio climático sobre el sector seguro	210
Tabla 11.2. Número de víctimas mortales en España por desastres naturales en el periodo comprendido entre 1995 y 2008	211
Tabla 11.3. Distribución de los siniestros registrados en Extremadura durante 2009 por provincias y riesgos agrícolas	218
Tabla 11.4. Distribución de los siniestros registrados en Extremadura durante 2009 por provincias y riesgos pecuarios	218
Tabla 11.5. Datos de catástrofes en Badajoz y compensaciones económicas	220

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

### Capítulo 1

Gráfico 1.1. Matriz de relaciones entre los efectos del cambio climático y su afección a los distintos sectores de actividad	1
--	---

### Capítulo 2

Gráfico 2.1. Evolución mundial de las emisiones de gases de efecto invernadero establecida para cada una de las cuatro principales familias de escenarios de emisiones del IPCC	7
Gráfico 2.2. Situación de las estaciones pluviométricas de Extremadura y limítrofes	9
Gráfico 2.3. Situación de las estaciones termométricas de Extremadura y limítrofes	9
Gráfico 2.4. Medias anuales de las temperaturas máximas diarias en el período 1961 – 1990 y para los años 2025 y 2050 (escenarios A2 y B2)	11
Gráfico 2.5. Medias anuales de las temperaturas mínimas diarias en el periodo 1961 – 1990 y para los años 2025 y 2050 (escenarios A2 y B2)	13
Gráfico 2.6. Precipitación acumulada anual promedio del periodo 1961-1990 y para los años 2025 y 2050 (escenarios A2 y B2)	16

Gráfico 2.7. Variación de la temperatura media anual (°C) del promedio del periodo 2071-2100 en relación con el periodo 1961-1990	18
Gráfico 2.8. Variación porcentual de la precipitación acumulada anual del periodo 2071-2100 en relación con el periodo 1961-1990	18
Gráfico 2.9. Variación de la temperatura media de las máximas diarias calculada entre los años 2025 y 2050 (escenarios A2 y B2) respecto del promedio del periodo 1961-1990	20
Gráfico 2.10. Distribución porcentual de las estaciones termométricas en función del valor de la media de la temperatura de las máximas diarias (°C) para los distintos escenarios analizados	21
Gráfico 2.11. Variación de la temperatura media de las mínimas diarias calculada entre los años 2025 y 2050 (escenarios A2 y B2) respecto del promedio del periodo 1961-1990	22
Gráfico 2.12. Distribución porcentual de las estaciones termométricas en función del valor de la media de la temperatura de las mínimas diarias (°C) para los distintos escenarios analizados	23
Gráfico 2.13. Variación de la precipitación acumulada anual calculada entre los años 2025 y 2050 (escenarios A2 y B2) respecto del promedio del periodo 1961-1990	25
Gráfico 2.14. Medias anuales de las temperaturas máximas diarias en los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070 (escenarios A2 y B2)	28
Gráfico 2.15. Medias anuales de las temperaturas diarias en los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070 (escenarios A2 y B2)	30
Gráfico 2.16. Precipitación acumulada anual promedio de los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070 (escenarios A2 y B2)	31
Gráfico 2.17. Aumento de la temperatura media anual de las máximas diarias calculada entre los promedios de los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070 (escenarios A2 y B2)	32
Gráfico 2.18. Aumento de la temperatura media anual de las mínimas diarias calculadas entre los promedios de los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070 (escenarios A2 y B2)	33
Gráfico 2.19. Variación de la precipitación acumulada anual calculada entre los promedios de los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070 (escenarios A2 y B2)	34

### Capítulo 3

Gráfico 3.1. Estructura sectorial del VAB en Extremadura en el año 2009	36
Gráfico 3.2. Estructura sectorial del VAB en España en el año 2009	37
Gráfico 3.3. Población ocupada, en miles de personas, según grupo de edad y sector económico en la Comunidad Autónoma de Extremadura en el primer trimestre del 2010	37
Gráfico 3.4. Distribución porcentual de la población activa en Extremadura por sectores económicos y sexos en el primer trimestre del 2010	38
Gráfico 3.5. Distribución de las explotaciones ganaderas extremeñas en el año 2007	40
Gráfico 3.6. Distribución de la superficie ocupada por matorral, pastizal y cultivos-prados	52

### Capítulo 4

Gráfico 4.1. Distribución porcentual de la población ocupada por sectores económicos en Extremadura en el primer trimestre del 2010	54
Gráfico 4.2. Superficie total y superficie ocupada por cultivos en Extremadura y en España en el año 2009	56
Gráfico 4.3. Distribución general de la tierra por Comunidades Autónomas, expresada en hectáreas, y sistemas de cultivo en el año 2009	56
Gráfico 4.4. Distribución, en porcentaje, de cada tipo de cultivo respecto al total de hectáreas cultivadas en Extremadura en el año 2009	57
Gráfico 4.5. Distribución, en porcentaje, de cada tipo de cultivo respecto al total de hectáreas cultivadas en España en el año 2009	58
Gráfico 4.6. Distribución de superficies por sistemas de cultivo en Extremadura en el año 2009	58
Gráfico 4.7. Distribución de la superficie dedicada a cultivos de secano en la Comunidad Autónoma de Extremadura en el año 2009	59



Gráfico 4.8. Distribución de la superficie dedicada a cultivos de secano en España en el año 2009	59
Gráfico 4.9. Distribución de la superficie dedicada a cultivos de regadío en la Comunidad Autónoma de Extremadura en el año 2009	60
Gráfico 4.10. Distribución de la superficie dedicada a cultivos de regadío en España en 2009	60
Gráfico 4.11. Producciones agrarias en Extremadura en el año 2008	61
Gráfico 4.12. Producciones agrarias, en porcentaje, en la Comunidad Autónoma de Extremadura en el año 2008	61
Gráfico 4.13. Proyección del cambio de la temperatura superficial a nivel mundial para finales del siglo XXI en el escenario A1B	63
Gráfico 4.14. Cartografía de los índices de calidad parciales para clima, suelo, vegetación y manejo/gestión que intervienen en el cálculo del índice final e áreas medioambientalmente sensibles a la degradación	67
Gráfico 4.15. Mapas de sensibilidad ambiental a la degradación de cuatro y ocho clases de sensibilidad	68
Gráfico 4.16. Intercambio neto de carbono por parte de la biomasa de los sumideros de Extremadura (toneladas de CO <sub>2</sub> por hectárea)	70

## Capítulo 5

Gráfico 5.1. Superficie forestal por Comunidades Autónomas	73
Gráfico 5.2. Distribución de la superficie forestal arbolada extremeña	74
Gráfico 5.3. Distribución de la superficie forestal extremeña según la titularidad	74
Gráfico 5.4. Sistema forestal extremeño y distribución geográfica de las zonas rurales en Extremadura	75
Gráfico 5.5. Mapa de erosión real de Extremadura	83
Gráfico 5.6. Mapa de erosión potencial de Extremadura	84
Gráfico 5.7. Intercambio neto de CO <sub>2</sub> por superficie a través de los sumideros de Extremadura durante el periodo 1990 – 2000, considerando biomasa y suelos en conjunto	88
Gráfico 5.8. Incendios ocurridos en la Comunidad Autónoma de Extremadura durante el año 2009	89
Gráfico 5.9. Origen de los incendios forestales ocurridos en la Comunidad Autónoma de Extremadura durante el año 2009	89
Gráfico 5.10. Superficie afectada por incendios en Extremadura durante el año 2009	90
Gráfico 5.11. Zonas de Alto Riesgo (ZAR), Zonas de grandes incendios 2005 – 2009 y zonas que aparecen quemadas en la cobertura correspondiente al 2005	90

## Capítulo 6

Gráfico 6.1. Escenarios futuros de efectos del cambio climático sobre la biodiversidad	94
Gráfico 6.2. Mapa de Red de Áreas Protegidas de Extremadura	97
Gráfico 6.3. Distribución de la superficie de la Comunidad de Extremadura ocupada por la Red de Espacios Naturales de Extremadura	98
Gráfico 6.4. Localización del águila imperial ibérica en Extremadura	101
Gráfico 6.5. Localización del águila perdicera en Extremadura	101
Gráfico 6.6. Distribución del águila real en Extremadura	102
Gráfico 6.7. Distribución del alimoche en Extremadura	103
Gráfico 6.8. Distribución del buitre negro en Extremadura	103
Gráfico 6.9. Localización de la cigüeña negra en Extremadura	104
Gráfico 6.10. Distribución del halcón peregrino en Extremadura	105
Gráfico 6.11. Distribución de la avutarda en Extremadura	108
Gráfico 6.12. Distribución y modelo de idoneidad del <i>Quercus ilex</i> L. correspondiente al periodo 1961-1990	113
Gráfico 6.13. Modelo de idoneidad de <i>Quercus ilex</i> L. aplicado al periodo 2011-2040, escenario B2	113
Gráfico 6.14. Modelo de idoneidad de <i>Quercus ilex</i> L. aplicado al periodo 2041-2070, escenario B2	113

Gráfico 6.15. Distribución y modelo de idoneidad de <i>Quercus suber</i> L. correspondiente al periodo 1961-1990	114
Gráfico 6.16. Distribución y modelo de idoneidad de <i>Pinus pinaster</i> correspondiente al periodo 1961-1990	115
Gráfico 6.17. Distribución y modelo de idoneidad de <i>Quercus pyrenaica</i> correspondiente al periodo 1961-1990	115
Gráfico 6.18. Distribución y modelo de idoneidad de <i>Quercus pyrenaica</i> para el periodo 2011-2040, escenario B2	116
Gráfico 6.19. Distribución y modelo de idoneidad de <i>Quercus pyrenaica</i> para el periodo 2041-2070, escenario B2	116
Gráfico 6.20. Distribución y modelo de idoneidad de <i>Quercus pyrenaica</i> para el periodo 2011-2040, escenario A2	117
Gráfico 6.21. Distribución y modelo de idoneidad de <i>Quercus pyrenaica</i> para el periodo 2041-2070, escenario A2	117
Gráfico 6.22. Distribución y modelo de idoneidad de <i>Pinus pinea</i> L. para el periodo 1961-1990	118
Gráfico 6.23. Distribución y modelo de idoneidad de <i>Castanea Sativa</i> para el periodo 1961-1990	119

## Capítulo 7

Gráfico 7.1. Captación realizada por Comunidad Autónoma y tipo de recurso para el año 2008	121
Gráfico 7.2. Distribución de agua registrada en Extremadura por grupos de usuarios para 2008 expresado en miles de m <sup>3</sup>	121
Gráfico 7.3. Disponibilidad de agua por tipo de recursos en Extremadura para 2008	122
Gráfico 7.4. Consumo de agua por tipo de técnicas de riego en Extremadura	122
Gráfico 7.5. Número de ETAPs calificadas en el año 2009 en la Comunidad de Extremadura	123
Gráfico 7.6. Número de depósitos calificados en el año 2009 en la Comunidad de Extremadura	124
Gráfico 7.7. Número de redes de distribución calificadas en el año 2009 en la Comunidad extremeña	124
Gráfico 7.8. Calificación sanitaria del agua en Extremadura en el año 2009	125
Gráfico 7.9. Calificación sanitaria del abastecimiento completo en Extremadura en el año 2009	125
Gráfico 7.10. Días de sequía leve y sequía grave en la provincia de Badajoz en el periodo 2004-2009	126
Gráfico 7.11. Días de sequía leve y sequía grave en la provincia de Cáceres en el periodo 2004-2009	127
Gráfico 7.12. El Ciclo del Agua	131
Gráfico 7.13. Situación de las masas de agua subterráneas de las distintas demarcaciones en febrero de 2010	136
Gráfico 7.14. Número de instalaciones desaladoras por comunidades autónomas y por capacidad instalada	137
Gráfico 7.15. Demarcación Cuenca Hidrográfica Guadiana	139
Gráfico 7.16. Distribución de recursos consuntivos en la Demarcación Hidrográfica Guadiana	140
Gráfico 7.17. Demarcación Hidrográfica del Tajo	141
Gráfico 7.18. Demandas de agua en la Demarcación Hidrográfica del Tajo	142
Gráfico 7.19. Embalse de Alange (Badajoz)	145

## Capítulo 8

Gráfico 8.1. Reparto de producción de energía eléctrica en Extremadura en el año 2009	149
Gráfico 8.2. Mapa de situación de las centrales de producción de energía eléctrica en régimen ordinario en Extremadura	150
Gráfico 8.3. Distribución por tecnologías de la producción de energía eléctrica en Extremadura en el año 2008	151
Gráfico 8.4. Distribución de la potencia instalada de régimen especial en Extremadura en el año 2009	153
Gráfico 8.5. Evolución del consumo de energía eléctrica en Extremadura, expresado en GWh, en el periodo 2001-2008	154
Gráfico 8.6. Evolución del consumo de energía eléctrica por habitante y año en Extremadura	154
Gráfico 8.7. Consumo energético en Extremadura expresado en ksteps, en el año 2008	155
Gráfico 8.8. Distribución porcentual del consumo energético regional por sectores económicos en el año 2007	156
Gráfico 8.9. Evolución del consumo de gas natural en Extremadura en GWh en el periodo 2003-2008	156

Gráfico 8.10. Evolución del consumo regional de gasolinas y gasóleos, expresado en kteps	157
Gráfico 8.11. Evolución del consumo regional de GLPs en ktep	157
Gráfico 8.12. Evolución del consumo regional de fuel en ktep	158
Gráfico 8.13. Evolución de la intensidad energética en Extremadura y en España en el periodo 2005-2008	158
Gráfico 8.14. Mapa europeo de evaluación de la temperatura media anual	159
Gráfico 8.15. Evolución nacional de la demanda de energía eléctrica (GWh)	161
Gráfico 8.16. Aumento de la temperatura media anual de las máximas diarias calculada entre los promedios de los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070	164
Gráfico 8.17. Aumento de la temperatura media anual de las mínimas diarias calculada entre los promedios de los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070	165
Gráfico 8.18. Variación de la precipitación acumulada anual calculada entre los promedios de los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070	169
Gráfico 8.19. Ahorro en emisiones en cada una de las diferentes energías renovables instaladas en Extremadura	173

## Capítulo 9

Gráfico 9.1. Distribución porcentual del número de establecimientos rurales existentes en Extremadura en el año 2009	176
Gráfico 9.2. Número de plazas existentes en alojamientos rurales en la Comunidad de Extremadura en el año 2009	176
Gráfico 9.3. Mapa de Hospederías de Extremadura	178
Gráfico 9.4. Número de plazas ofertadas en las Hospederías de Extremadura	179
Gráfico 9.5. Distribución de las pernoctaciones en Extremadura entre los distintos tipos de alojamientos turísticos en el año 2009	180
Gráfico 9.6. Distribución de las pernoctaciones en España entre los distintos tipos de alojamientos turísticos en el año 2009	180
Gráfico 9.7. Evolución de viajeros y pernoctaciones en Extremadura en el año 2009 por meses	181
Gráfico 9.8. Mapa de Zonas Rurales de Extremadura	185
Gráfico 9.9. Teatro romano de Mérida	186
Gráfico 9.10. Contribución del transporte y del alojamiento a las emisiones del sector turístico global	188

## Capítulo 10

Gráfico 10.1. Pirámide de población en Extremadura en el año 2009	194
Gráfico 10.2. Pirámide de población en España en el año 2009	194
Gráfico 10.3. Evolución del índice de envejecimiento en Extremadura y en España en el periodo 2000-2009	195
Gráfico 10.4. Incremento de la esperanza de vida al nacer en Europa	208

## Capítulo 11

Gráfico 11.1. Víctimas mortales por inundaciones y avenidas durante el periodo 1990-2008	212
Gráfico 11.2. Fotografía de la barriada Cerro de Reyes en Badajoz, emplazamiento donde ocurrió la catástrofe	220

## Prólogo

El Consejo de Gobierno de la Junta de Extremadura, en su reunión de 20 de marzo de 2009, aprobó la **Estrategia de Cambio Climático de Extremadura**, documento en el que se recogen las medidas de adaptación y mitigación de cambio climático, planificadas para el periodo 2009 – 2012. Con la aprobación de este documento se pone de manifiesto el firme propósito y compromiso del ejecutivo regional en la lucha contra el cambio climático.

La Estrategia de Cambio Climático de Extremadura describe 25 medidas con líneas de actuación en materia de Mitigación y Adaptación, que afectan a todos los sectores de la sociedad Extremeña. En materia de adaptación, una de las medidas inmediatas a realizar desde la Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, es la elaboración del mapa de impactos del cambio climático de nuestra comunidad. Dicho mapa, trata de evaluar los posibles impactos, y predecir la situación futura que el cambio climático podría provocar en nuestra región.

El mapa de impactos representa una plataforma de conocimientos que debe servir de base para identificar, analizar y, posteriormente, elaborar planes de acción específicos para la adaptación de los sectores claves en Extremadura, que permitan minimizar las consecuencias del cambio climático.

El interés del Gobierno extremeño por el cambio climático, responde a la creciente preocupación ciudadana por el medioambiente, y a los efectos que, a corto y medio plazo puede provocar el crecimiento y desarrollo humano sobre el medio natural. La sociedad extremeña ha comenzado a entender la verdadera importancia de este fenómeno, y, en consecuencia, desde las administraciones públicas se deben adoptar medidas para paliar el problema.

Sin embargo, el cambio climático no debe ser visto como una amenaza para la región, sino como una oportunidad, ya que planificando con antelación los posibles impactos, podremos mitigar sus efectos y convertir las amenazas en oportunidades, con el desarrollo de nuevos mercados y nuevas posibilidades económicas.



José Luis Navarro Ribera

**Consejero de Industria, Energía y Medio Ambiente**

## 1. INTRODUCCIÓN

El clima de la Tierra no es un fenómeno constante y estático, sino que ha venido variando de manera continua desde la formación del planeta hace 4.500 millones de años, respondiendo a ciclos dinámicos naturales.

En el último siglo, estos cambios del clima se han acelerado como consecuencia del incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) causadas por la actividad humana desde la era preindustrial (IPCC, 2007). El aumento de las concentraciones de GEI en la atmósfera, hace que quede retenida gran parte de la energía que la superficie terrestre emite tras recibir la radiación solar, contribuyendo al calentamiento global de la atmósfera interior. Es lo que se ha denominado cambio climático.

El cambio climático es ya un fenómeno incuestionable que, a nivel mundial, podría conllevar un incremento de las temperaturas medias, la variación de las pautas de precipitaciones y la mayor incidencia de fenómenos climáticos extremos como pueden ser sequías, olas de calor, lluvias torrenciales o huracanes. Estas variaciones climáticas podían afectar a los sistemas físicos y biológicos en todo el mundo perturbando de manera determinante la actividad humana.

Las consecuencias del cambio climático no afectarán por igual a todas las regiones del planeta, sino que los impactos dependerán de la topografía y la situación geográfica, siendo las regiones situadas en climas cálidos y secos las más vulnerables a las variaciones climáticas, aumentando de esta manera las diferencias regionales en cuanto a los recursos naturales y generales (IPCC, 2007).

Por tanto, el impacto potencial del cambio climático es enorme; el ascenso de las temperaturas y la mayor frecuencia de las sequías, conllevarán una disminución de los recursos hídricos, repercutiendo en la decadencia del potencial hidroeléctrico, del turismo estival y, de la productividad de los cultivos, en una mayor frecuencia de incendios y en general, acarreará riesgos para la salud humana por efecto de las olas de calor y variaciones en los patrones de plagas y enfermedades (IPCC, 2007). En definitiva, el cambio climático no es un fenómeno sólo ambiental sino de profundas consecuencias económicas y sociales. Por esta razón, se hace absolutamente necesario determinar las evidencias del cambio climático y sus impactos sobre distintos sectores abarcando los aspectos económicos, sociales y ambientales de los mismos. Sobre esta base de conocimientos será posible diseñar estrategias específicas de adaptación, que permitan gestionar de manera rápida y eficaz una repuesta, con el fin de disminuir la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático.

Para obtener un planteamiento integrado de las consecuencias que las variaciones climáticas van a tener en los diferentes sectores, es necesario considerar el conjunto de complejas relaciones que tienen lugar entre las causas y los efectos del cambio climático (Gráfico. 1.1).

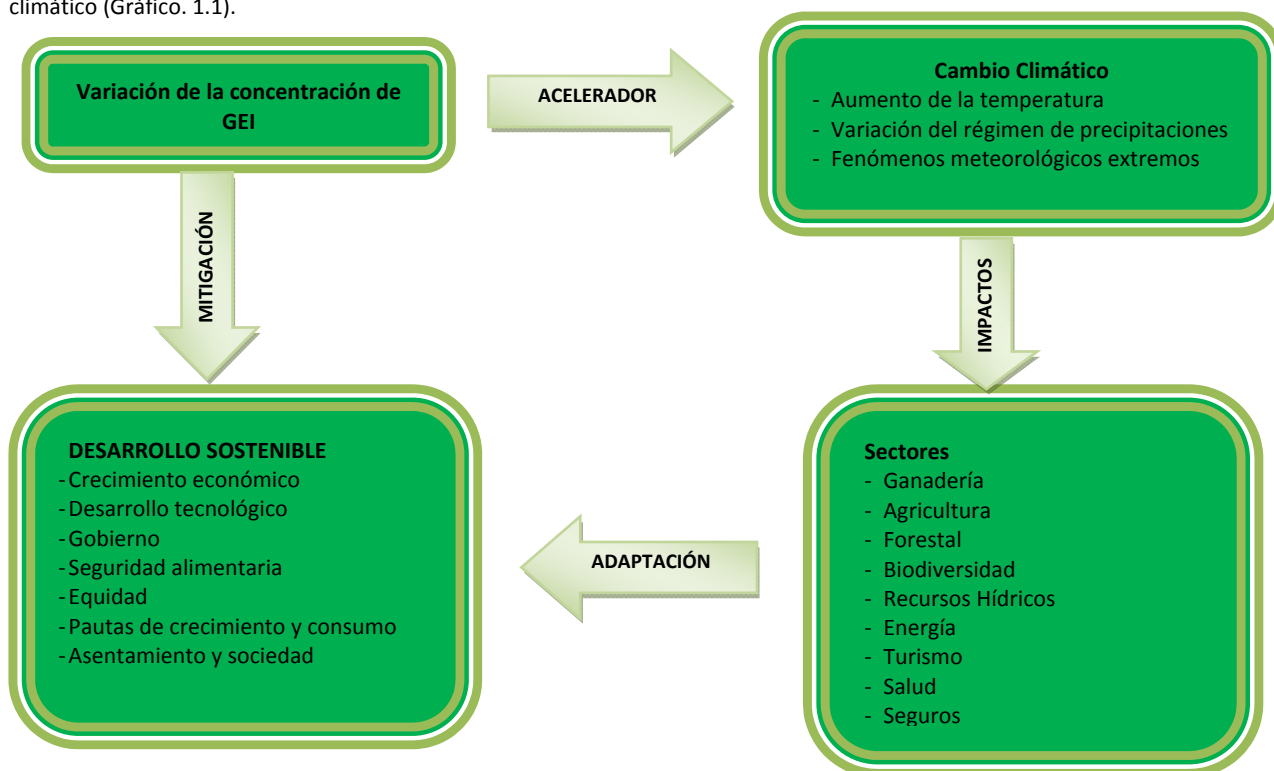


Gráfico 1.1. Matriz de relaciones entre los efectos del cambio climático y su afección a los distintos sectores de actividad.

Ante el cambio climático, se requieren dos tipos de respuestas:

1. Medidas encaminadas a la **mitigación** de la emisión de gases de efecto invernadero, ya que son estos gases los aceleradores de la variación climática (Libro Blanco Adaptación al cambio climático: hacia un marco europeo de actuación. Comisión de las Comunidades Europeas, en adelante Libro Blanco, 2009).

Es preciso estabilizar la concentración de GEI en la atmósfera, y en la medida de lo posible reducir la concentración de estos gases por debajo del actual. Para ello, se deben rebajar las emisiones de gases globales ya que de continuar con el actual ritmo de emisiones de GEI de origen humano, el calentamiento global se acentuaría y el sistema climático mundial experimentaría numerosos cambios, muy probablemente mayores que los observados durante el último siglo (IPCC, 2007).

2. Medidas encaminadas a la **adaptación** al cambio climático para hacer frente a los impactos inevitables del mismo (Libro Blanco, 2009). La adopción de medidas tempranas de adaptación no sólo minimizaría los impactos del cambio climático, sino que reduciría los costes derivados de la reparación de los mismos. De hecho, los beneficios de una acción firme y pronta en materia de mitigación de emisiones y de adaptación superarán con creces los costes de permanecer inactivos (Informe Stern, 2006). Así, de permanecer inactivos frente al cambio climático, el coste y el riesgo total supondrán una pérdida de un mínimo del 5% anual del PIB global, en tanto que, el importe de adopción de medidas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero puede limitarse al 1% del PIB global cada año.

Debe señalarse, que aunque se sabe que están en marcha grandes cambios en el clima, no existe certeza sobre las consecuencias de los mismos, la magnitud o el ritmo del establecimiento de éstos. Por tanto, las consecuencias del cambio climático tienen un grado de incertidumbre que debe tenerse en cuenta a la hora de elaborar políticas en materia de prevención ambiental y planificar medidas de adaptación para minimizar los impactos y reducir la vulnerabilidad. Esta falta de precisión en las proyecciones, va a depender de las condiciones climáticas futuras, que a su vez van a estar determinadas por las emisiones globales de GEI emitidas por el hombre (IPCC, 2007).

A nivel internacional, como respuesta a la necesidad de solventar la incertidumbre y el desconocimiento que supone para la población los posibles cambios a los que el planeta se verá sometido por efectos de las variaciones climáticas la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, crearon en 1988 el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). El objetivo principal del IPCC es examinar y evaluar periódicamente la bibliografía relacionada con el cambio climático, para apoyar técnicamente a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Su función será por tanto, la de evaluar la información científica, técnica y socio-económica relevante para la comprensión de las causas y efectos del cambio climático, así como las alternativas para la lucha frente a ellos (OECC, 2002).

Siguiendo las directrices internacionales, que evalúan los impactos previsibles por efecto de la alteración ambiental, la Oficina Española de Cambio Climático, ha analizado la afección que sobre los distintos sectores de actividad va a tener el cambio climático en España (Moreno *et al.*, 2005). Esta evaluación preliminar ha servido como base para la elaboración del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (Oficina Española de Cambio Climático, 2006 en adelante OECC, 2006), que supone el cumplimiento de los compromisos adquiridos por España, al amparo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, y que constituye el marco general de referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático a nivel nacional.

## MAPA DE IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EXTREMADURA

La Comunidad Autónoma de Extremadura no puede quedarse rezagada a la hora de adoptar las directrices en materia de adaptación, que desde los distintos organismos, nacionales e internacionales, se están desarrollando para implantar medidas, que permitan solventar las dificultades que se plantean en el marco del cambio climático.

Las características propias de la región, con una extensión de 41.634 km<sup>2</sup>, y una población que, a fecha de 1 de enero de 2009, alcanzaba 1.102.410 habitantes (INE, 2010), que representa el 8,2 % y el 2,36 %, respectivamente, del total del conjunto nacional, unido a la densidad poblacional de la región que se sitúa 26,48 habitantes por cada Km<sup>2</sup>, porcentaje inferior a la media nacional situada en 92,63 habitantes por cada km<sup>2</sup> (Tabla 1.1) van a determinar las actuaciones en materia ambiente llevadas a cabo por la Comunidad.

Tabla 1.1. Relación entre la superficie y el número de habitantes de Extremadura y España (INE, 2010).

	EXTENSIÓN (Km <sup>2</sup> )	POBLACIÓN (Habitantes)	DENSIDAD POBLACIONAL (Hab/km <sup>2</sup> )
<b>EXTREMADURA</b>	41.634	1.102.410	26,84
<b>ESPAÑA</b>	504.645	46.745.807	92,63

La sociedad extremeña es consciente del reto ambiental que supone el cambio climático, y asume la cuota de responsabilidad que en esta materia debe tener la región. Extremadura se ve a sí misma, como una región desarrollada económicamente y comprometida en la lucha mundial contra el cambio climático. Sólo de esta manera, es posible compatibilizar el desarrollo económico, con el desarrollo social y ambiental, avanzando hacia soluciones innovadoras, convirtiendo a la región en pionera en la lucha contra el cambio climático.

El Gobierno de Extremadura ha decidido tomar un posicionamiento activo frente a las variaciones climáticas previstas, y para ello, ha aprobado la Estrategia de Cambio Climático para Extremadura (2009 – 2012), que marca las directrices a seguir en materia de mitigación y adaptación al cambio climático por la Comunidad.

Con relación a la adaptación, una de las medidas inmediatas que se ha propuesto cumplir es la elaboración del mapa de impactos del cambio climático en Extremadura, donde se pretende evaluar los posibles impactos del cambio climático en diferentes sectores de relevancia para la región, a la vez que predecir la situación futura.

El mapa de impactos de Extremadura es el resultado de una exhaustiva recopilación, análisis y clasificación de la información relativa a los efectos del cambio climático. La base de conocimiento generada constituye el punto de partida para el desarrollo de los planes de adaptación de sectores específicos, que incluirán programas de medidas dirigidas a minimizar los efectos negativos.

La elaboración de este mapa de impactos de Extremadura representa un importante esfuerzo de integración de información procedente de los investigadores y los organismos públicos y privados que trabajan en el ámbito de cambio climático en la región. Pone de manifiesto la necesidad de incorporar nuevos conocimientos al respecto, por lo que se ha incluido el cambio climático como tema prioritario en el IV Plan Regional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de Extremadura (Consejería de Economía, Comercio e Innovación, 2010).

El punto de partida de este estudio ha sido valorar la evolución de la tendencia de las principales variables climáticas observadas con relación al calentamiento global. Ésta variabilidad es objeto de estudio en el capítulo 2, en el que se efectúa un análisis de la variabilidad de las temperaturas y precipitaciones en el clima regional, estableciendo una diferenciación entre las situaciones pasadas, actuales y futuras previstas en la región.

El sector ganadero y agrícola, son dos sectores con gran importancia en Extremadura, no sólo por el valor económico que supone la producción, sino por tratarse de una fuente generadora de empleo y riqueza, debido a la gran mano de obra que requiere para su desarrollo. En los capítulos 3 y 4 se describen las afecciones que los posibles cambios van a tener sobre estos dos sectores. En el sector ganadero, la variación climática surtirá efectos complejos en los procesos biofísicos que sustentan los ecosistemas especialmente en materia de sanidad y bienestar animal, y en materia de suministros para el ganado. De manera análoga, dado el importante papel que representa la agricultura en Extremadura, es preciso trabajar en los impactos con la finalidad de detectar las vulnerabilidades de este sector y promover estrategias adecuadas de actuación, de modo que se promuevan nuevas prácticas agrarias compatibles con las condiciones climáticas previstas, que contribuyan a preservar y proteger el medio ambiente.

Las funciones ecológicas, económicas y sociales son sólo algunos de los aspectos que se verán afectados por los impactos en el sector forestal y la biodiversidad. Los capítulos 4 y 5, revelan la sensibilidad extrema de estos sectores a los factores tanto naturales como los derivados de la acción del hombre. Todos los cambios ocasionados sobre estos sectores tendrán graves repercusiones en la economía de la Comunidad Autónoma extremeña, debido a que afectará de manera muy directa al capital natural, a la biodiversidad y a los servicios naturales que prestan.

La escasez de agua y la sequía, tienen un impacto directo en el ciudadano y en todos aquellos sectores que tienen una dependencia directa de los recursos hídricos disponibles. En este sentido, el capítulo 7 ofrece una visión panorámica de la problemática futura del agua fundamentada en la disminución de las precipitaciones y el aumento de las temperaturas, y pone de manifiesto en qué medida los distintos sectores de actividad se van a ver afectados como consecuencia de la dependencia vital que éste sector tiene en el desarrollo del resto de los sectores.

El capítulo 8, no deja de ser un eslabón más de la cadena de efectos que van a repercutir en los sectores de actividad. La energía es uno de los sectores en el que los impactos, van a obligar a una remodelación de los hábitos de producción de energía, y de modo inexorable a una adecuación de los usos y demandas.

Este documento dedica el capítulo 9 a presentar un estudio de la influencia del cambio climático sobre el turismo en Extremadura. El estudio de los escenarios climáticos regionalizados y, de modo conjunto, el análisis de las pautas de comportamiento de los turistas nos permite establecer la influencia de las variables climáticas en este sector de actividad que supone grandes ingresos económicos en la región.

Las temperaturas extremadamente altas y la mayor frecuencia de fenómenos climáticos extremos, como lluvias torrenciales pueden tener una incidencia directa sobre la salud de las personas y aumentar la probabilidad de riesgos naturales. Los capítulos 10 y 11, realizan un análisis de cómo va a afectar a la salud humana los diferentes cambios previstos, y unido a ello, el sector seguro, es otro sector que se verá afectado de forma muy directa debido a que los posibles impactos del cambio climático en el resto de sectores afectaran a este. Así pues, de modo global, el capítulo muestra cómo deben adaptarse las aseguradoras a la nueva situación de modo que sigan garantizando las coberturas ante cualquier tipo de situación venidera, y que haga peligrar la vida.

Las evaluaciones recogidas en este documento tienen la finalidad de constituir un elemento básico para mejorar la comprensión de la vulnerabilidad de la región a los impactos del cambio climático, y de este modo poner en marcha los mecanismos necesarios en materia de adaptación que permita la acomodación a la nueva situación climática.



## 2. ESCENARIOS REGIONALIZADOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EXTREMADURA

### 2.1. Introducción

Los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático surgen de la necesidad de conocer la magnitud de los procesos de cambio de las principales variables climáticas como consecuencia del incremento de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera. Su análisis, posibilita la elaboración de estrategias de planificación relacionadas con la adaptación al cambio climático, mediante el establecimiento de medidas y actuaciones acordes, con la importancia y signo de los cambios del clima en el futuro en una determinada región. Es decir, que los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático proporcionan estimaciones de la evolución del clima durante el siglo XXI con resoluciones temporales y espaciales suficientemente detalladas para permitir elaborar los diferentes modelos de impacto, vulnerabilidad y adaptación (Houghton *et al.*, 2001).

Los escenarios de cambio climático constituyen las proyecciones del clima futuro que se obtienen a partir del manejo de distintos modelos de funcionamiento atmosférico, empleando como base las proyecciones de las emisiones de los gases de efecto invernadero (Parry *et al.*, 2007). Estos modelos atmosféricos se basan en la aplicación de las leyes físicas que rigen la atmósfera y varían de un centro de investigación a otro, fundamentalmente debido a las distintas alternativas de parametrización de determinados procesos, entre los que destacan, las reacciones fotoquímicas, la química atmosférica o la física de nubes.

El empleo combinado de distintos modelos de circulación general, así como de diferentes escenarios de emisiones da como resultado un extenso abanico de escenarios de cambio climático que oscilan entre cambios moderados de las distintas variables climáticas, hasta cambios de elevada magnitud. A esta considerable variabilidad de resultados se une el hecho de que los modelos de circulación general están optimizados para ser válidos en amplias superficies, siendo ineficientes a la hora de representar las características climáticas propias a pequeña escala. Por este motivo resulta fundamental aumentar el nivel de detalle existente para poder describir con rigor el clima de un territorio regional o local.

Los modelos de circulación general atmosféricos (MCG) son herramientas técnicas desarrolladas en centros de investigación meteorológica que, una vez adecuadas a la ciencia climática, permiten realizar pronósticos de distintas variables climáticas, entre ellas la temperatura en superficie y las precipitaciones acumuladas en veinticuatro horas. Los resultados de estos modelos de circulación general atmosféricos son óptimos a gran escala; esto es, cuando se ejecutan empleando una resolución espacial gruesa, típicamente una malla del orden de 50.000 km<sup>2</sup> de luz. Esta característica determina que los resultados de estos modelos no sean tan válidos a escalas locales, pues no tienen en cuenta características subreticulares como los usos del suelo o la topografía. Con objeto de trasladar los resultados de los MCG a escala regional, son necesarias las llamadas técnicas de reducción de escala o “downscaling” que permiten interpretar dichos resultados a una escala adecuada. En España, la *Agencia Estatal de Meteorología* – en adelante AEMet – mediante el empleo de este tipo de técnicas ha elaborado los escenarios regionales del clima a nivel nacional, denominados “Escenarios Regionalizados de Cambio Climático”, que ofrecen los resultados para la mayoría de las estaciones meteorológicas presentes en el territorio nacional (Brunet *et al.*, 2008).

En el presente estudio, se procede a la elaboración de una cartografía de las variables climáticas modelizadas para los años 2025 y 2050, bajo los escenarios de emisiones A2 y B2, a partir de los datos suministrados por la AEMet (Brunet *et al.*, 2008). Los escenarios de emisiones, tal y como se comentará más adelante, son predicciones globales sobre el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero que sirven de entrada a los modelos de circulación general. El objetivo del presente estudio es el análisis comparativo de las características del clima en la actualidad, frente a las condiciones climáticas modelizadas para la primera mitad del siglo XXI en dos momentos temporales distintos y bajo dos supuestos o escenarios diferenciados de desarrollo, uno de ellos, con menor medidas de control de emisiones de gases de efecto invernadero que el otro.

Mediante la elaboración de los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático en Extremadura, se pretende mostrar de manera estructurada la posible evolución del clima en la región en la primera mitad del siglo XXI para tres de las variables climáticas de mayor relevancia: la temperatura máxima, la temperatura mínima y la precipitación. Este análisis constituye el primer paso para poder establecer una planificación orientada a la detección de impactos de origen climático y a la puesta en marcha de medidas de adaptación.

Con objeto de integrar las políticas ambientales y de desarrollo rural de la Comunidad Autónoma de Extremadura, se incluye en el presente documento una descripción de los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático para las distintas Zonas Rurales establecidas en la región a raíz de la entrada en vigor de la Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural (BOE, del 14 de diciembre de 2007).

En cumplimiento de la Ley, Extremadura establece la delimitación y clasificación del medio rural, mediante el Decreto 115/2010 de 20 de mayo por el que se crean y se establecen las funciones de los órganos de gobernanza para la aplicación de la ley de Desarrollo Sostenible del medio rural y determina la delimitación y calificación de las zonas rurales de Extremadura (DOE nº 95, de 20 de mayo de 2010).

Si bien el nivel de organización territorial considerado en el presente documento ha sido determinado a partir de la Ley 45/2007, que determinará la política de desarrollo rural sostenible de los próximos años, el conjunto de las 12 Zonas Rurales

únicamente integra el 70% del territorio de Extremadura. Dado que los efectos del cambio climático estarán presentes en el conjunto de la región, cada uno de los siete municipios no considerados rurales (Mérida, Cáceres, Plasencia, Don Benito, Villanueva de la Serena, Almendralejo y Badajoz) han sido incluidos en la Zona Rural que les correspondería a efectos de los escenarios de cambio climático. De esta forma, se analizan los cambios de precipitación y temperatura a escala subregional para todo el territorio extremeño.

- Zona Rural I: Las Hurdes, Sierra de Gata, Trasierra-Tierras de Granadilla y Valle de Ambroz
- Zona Rural II: Valle del Alagón, Rivera de Fresnedosa y Riberos del Tajo. Incluido el municipio de Plasencia
- Zona Rural III: La Vera y Valle del Jerte
- Zona Rural IV: Tajo Salor y Sierra de San Pedro
- Zona Rural V: Las Villuercas-Ibores-Jara y Campo Arañuelo
- Zona Rural VI: Comarca de Trujillo, Sierra de Montánchez y Zona Centro. Además del municipio de Cáceres
- Zona Rural VII: Lacara Sur y Municipios Centro. Incluido el municipio de Mérida
- Zona Rural VIII: La Serena - Vegas Altas y Gadiana. Se consideran los municipios de Don Benito y Villanueva de la Serena
- Zona Rural IX: La Serena y Siberia
- Zona Rural X: Río Bodión, Tierra de Barros-Matachel y Tierra de Barros. Comprende además el municipio de Almendralejo
- Zona Rural XI: Lácara-Los Baldíos, Comarca de Olivenza y Sierra Suroeste. El municipio de Badajoz está comprendido en esta Zona Rural
- Zona Rural XII: Aguas y Servicios de la Comarca de Llerena y Turística de Tentudía

## 2.2. Metodología

### 2.2.1. Generalidades

Las emisiones futuras de gases de efecto invernadero son el producto de complejos sistemas dinámicos, determinados por fuerzas tales como el crecimiento demográfico, las relaciones internacionales, el desarrollo socioeconómico o el cambio tecnológico, que determinan una evolución futura muy incierta.

Los escenarios de emisiones son imágenes alternativas o líneas evolutivas de lo que podría acontecer en el futuro, y constituyen un instrumento apropiado para analizar de qué manera influirán las fuerzas determinantes en las emisiones futuras, y para evaluar el margen de incertidumbre de dicho análisis. Los escenarios son de utilidad para el análisis del cambio climático, y en particular para la creación de modelos del clima, base para la evaluación de los impactos y las iniciativas de adaptación y de mitigación.

A continuación, se recogen, las descripciones de los cuatro escenarios de emisiones elaborados por el IPCC en el Informe especial sobre escenarios de emisiones (IPCC, 2000) (Gráfico 2.1).

**A1. Escenario de Rápido Crecimiento Global.** La familia de escenarios y línea evolutiva A1, describe un mundo futuro de crecimiento económico muy rápido, en el que la población mundial alcanzaría su nivel más alto a mitad del siglo y disminuiría posteriormente, al producirse una rápida introducción de nuevas tecnologías más eficaces. Las cuestiones importantes subyacentes son la convergencia entre las regiones, la capacitación (formación y adquisición de destrezas) y las mayores interacciones culturales y sociales, con una importante reducción de las diferencias regionales en los ingresos per cápita. La familia de escenarios A1 se divide en tres grupos que describen las distintas direcciones del cambio tecnológico en el sistema energético. Los tres grupos A1 se distinguen por su intensidad tecnológica: fuentes de energía intensivas de origen fósil (A1FI), de origen no fósil (A1T) o un equilibrio entre todas las fuentes (A1B), definiendo equilibrio como la no dependencia excesiva de una fuente de energía concreta, suponiendo que se apliquen ritmos similares de mejoras en todas las formas de aprovisionamiento energético y en las tecnologías de uso final.

**A2. Escenario de Crecimiento Regional.** La familia de escenarios y línea evolutiva A2, describe un mundo muy heterogéneo. Sus características más distintivas son la autosuficiencia y la conservación de las identidades locales. Los perfiles de fertilidad en las distintas regiones tienden a converger muy lentamente, lo cual acarrearía un aumento continuo de la población. El desarrollo económico tiene una orientación principalmente regional, y el crecimiento económico per cápita y el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas.

**B1. Escenario de Crecimiento Económico Global.** La familia de escenarios y línea evolutiva B1 describe un mundo convergente, con la misma población mundial, que alcanzaría su nivel más alto a mediados del siglo para disminuir posteriormente, como en la línea evolutiva A1, pero con cambios rápidos en las estructuras económicas hacia una economía de la información y de los servicios, con reducciones en el consumo de materiales e introducción de tecnologías limpias y de recursos eficaces. En esta línea evolutiva se reconocen las soluciones mundiales a la sostenibilidad económica, social y ambiental, lo que comprende una mejora de la equidad, pero sin iniciativas climáticas adicionales.

**B2. Escenario de Crecimiento Poblacional.** La familia de escenarios y línea evolutiva B2, describe un mundo en el que se integran las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental. Se trata de un mundo cuya población mundial crecería continuamente, a un ritmo menor al de la línea evolutiva A2, con niveles medios de desarrollo económico y cambios tecnológicos menos rápidos y más variados que en las líneas evolutivas B1 y A1. Aunque el escenario también está orientado hacia la protección ambiental y la equidad social, se centra en los niveles local y regional.

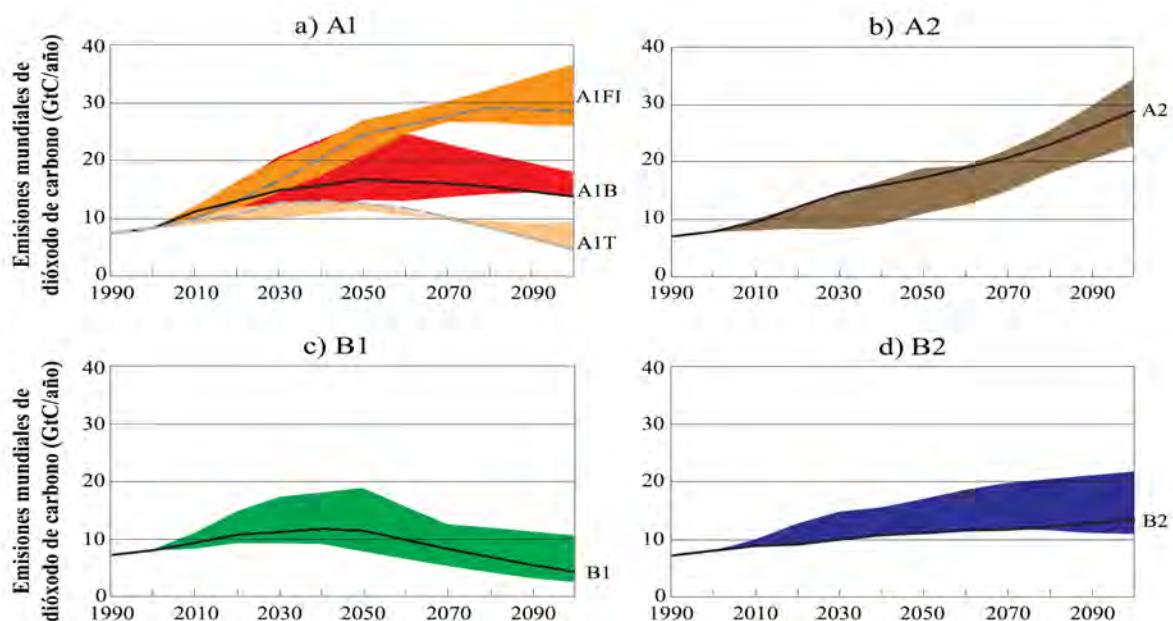


Gráfico 2.1. Evolución mundial de las emisiones de gases de efecto invernadero establecida para cada una de las cuatro principales familias de escenarios de emisiones del IPCC (IPCC, 2000).

Para la realización de las proyecciones del clima en Extremadura se han empleado los escenarios de emisiones A2 y B2, respondiendo a las modelizaciones regionales desarrolladas por la AEMet (Brunet *et al.*, 2008). Como se verá más adelante, los resultados expuestos muestran diferencias notables tanto en función del escenario de emisiones como del periodo temporal de observación. En principio, cuanto más se acentúen las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, mayor será el forzamiento radiativo de la misma y, por tanto, el calentamiento potencial. En términos generales, el clima bajo el escenario A2 debería ser más cálido que bajo B2.

### 2.2.2. Descripción de los trabajos

El desarrollo de los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático en Extremadura se ha llevado a cabo mediante la comparación de las condiciones climáticas actuales y las condiciones climáticas proyectadas en el futuro. Para ello, el trabajo se ha estructurado de la siguiente manera,

- a) **Caracterización de las condiciones del clima de referencia en Extremadura a partir de los valores climáticos del período 1961-1990.** Se ha llevado a cabo un análisis de los valores climáticos modelizados de las variables de temperatura, la media anual de las máximas y de las mínimas diarias, además de la precipitación acumulada anual, correspondientes a la serie 1961-1990 en Extremadura, según los datos de AEMet para el periodo indicado. Mediante la elaboración de cartografía, con técnicas de interpolación estadística de los valores modelizados para cada estación meteorológica, se ha realizado la caracterización del clima actual para el territorio autonómico.

- b) **Caracterización de las condiciones climáticas en los años 2025 y 2050 en Extremadura a partir de los datos modelizados bajo los escenarios A2 y B2.** Se han analizado y caracterizado los resultados obtenidos por los modelos climáticos regionalizados elaborados a partir del modelo global ECHAM4, según el método de análogos, que presentan los resultados por estaciones. Este modelo consiste en la regionalización estadística, utilizando un método empírico que proporciona datos de temperaturas y precipitación sobre la base de datos termopluviométrica de AEMet, con salida de datos diarios.

Al igual que para la caracterización del clima del periodo de referencia, se ha elaborado una serie de documentos cartográficos, en los que se representan espacialmente las variables climáticas señaladas según los modelos regionales del clima para los años 2025 y 2050. El método de análogos empleado por la Fundación para la Investigación del Clima (FIC) determina el valor futuro de las variables termopluviométricas en superficie para un día "X" a partir del análisis sistemático de las relaciones entre los valores de ciertas variables atmosféricas a escala sinóptica y dichas variables en superficie, en situaciones pasadas, en cada punto u observatorio concreto del territorio. Para realizar esa estimación, el método trabaja en dos pasos. En el primer paso, de estratificación análogica, se seleccionan, de un banco de datos que abarca un amplio periodo (1958-2000), aquellos "n" días con configuraciones atmosféricas más similares a las del día problema "X". Se asume que en estos "n" días la configuración de la atmósfera a escala sinóptica es tan parecida (nubosidad, vientos geostróficos, etc.) que define determinadas condiciones del tiempo en superficie (pluviometría y temperatura). En el segundo paso, se aplican procedimientos diferentes para la estima de las variables precipitación y temperaturas. Para el caso de las temperaturas máxima y mínima diarias, se realiza, para cada una de estas variables, una regresión lineal múltiple con selección automática de predictores. La población de trabajo está compuesta por los "n" días seleccionados en el paso anterior (Brunet *et al.*, 2008).

Es necesario reseñar que, para el periodo de referencia, las variables de temperatura y precipitación analizadas corresponden al promedio estadístico de los treinta valores anuales del periodo 1961-1990. Es decir, se han calculado la media de las temperaturas medias anuales, tanto de máximas como de mínimas, y la media de la precipitación acumulada cada año para obtener el dato de partida del análisis.

Complementariamente, se han proyectado las variables termopluviométricas para los periodos tridecenales 2011-2040 y 2041-2070, siguiendo la misma metodología que la descrita para los años 2025 y 2050.

- c) **Análisis comparativo entre el clima de referencia y el clima modelizado a 2025 y 2050 bajo los escenarios A2 y B2.** Se ha llevado a cabo un análisis comparativo para evaluar los cambios previstos por los modelos del clima en Extremadura tomando como referencia el periodo 1961-1990 y como años horizonte 2025 y 2050, bajo los escenarios de emisiones A2 y B2. Complementariamente, se ha realizado un análisis de los promedios de las variables termopluviométricas para los periodos tridecenales 2011-2040 y 2041-2070. Se trata de poner en perspectiva la magnitud del cambio del clima en las distintas zonas de Extremadura, tanto en lo relativo a las temperaturas como a las precipitaciones. Para poner de manifiesto dichos cambios, se ha elaborado una extensa cartografía para el periodo comparado. Se ha incluido también una evaluación del cambio entre el año 2025 y el año 2050, de manera que se pueda apreciar no sólo la evolución actual, sino la prevista en el segundo cuarto del siglo XXI. Dado que el clima es un sistema no lineal, no es de extrañar que los procesos de calentamiento o enfriamiento locales puedan presentar distintas cinéticas en función del periodo temporal considerado. Los datos relativos a los promedios de las décadas 2011-2040 y 2041-2070 y las variaciones respecto del periodo de referencia 1961-1990, han sido también evaluados.

### 2.2.3. Cartografía climática

La elaboración de la cartografía climática de cada uno de los bloques descritos se realiza mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG). A partir de la integración de los datos brutos climáticos de la AEMet, se procede al tratamiento geoestadístico de los mismos y la aplicación de técnicas de interpolación espacial para la obtención de superficies climáticas continuas y los productos cartográficos derivados. La integración de los datos de la AEMet incluye la descarga desde el servidor, la transformación de formato e integración en un fichero de hoja de cálculo, el cómputo de los valores de temperatura y precipitación anual para cada estación meteorológica y rango temporal de interés (media del periodo 1961-1990, 2011-2040, 2041-2070, o dato de 2025 ó 2050), y la exportación al SIG.

Los datos de precipitación se han tomado de la totalidad de las 319 estaciones pluviométricas existentes en el territorio extremeño, así como de otras 16 estaciones situadas en provincias limítrofes, necesarias para los procesos geoestadísticos y de interpolación descritos a continuación. Al no disponer de datos para Portugal, se han replicado los registros de dos de las estaciones extremeñas más occidentales (códigos de estación E3576 y E4489) en territorio luso, dando lugar a las estaciones E3576P y E4489P. En total se han empleado 337 estaciones pluviométricas (Gráfico 2.2). En el caso de las temperaturas, el procedimiento de selección de estaciones es análogo, obteniendo en total 149 puntos de información termométrica, que incluyen las 135 extremeñas, las dos portuguesas y 12 limítrofes (Gráfico 2.3).

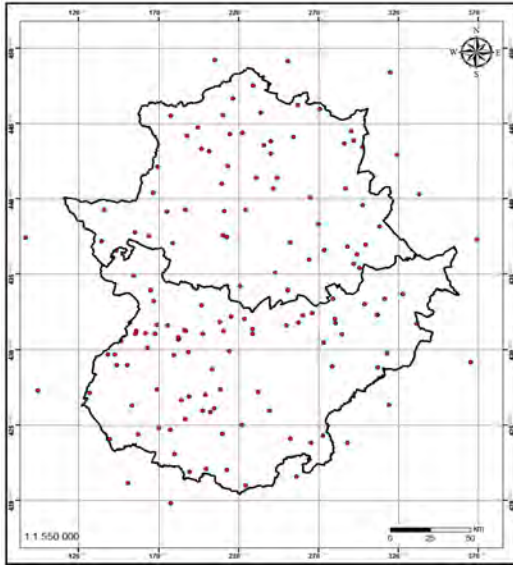


Gráfico 2.2. Situación de las estaciones pluviométricas de Extremadura y limitrofes

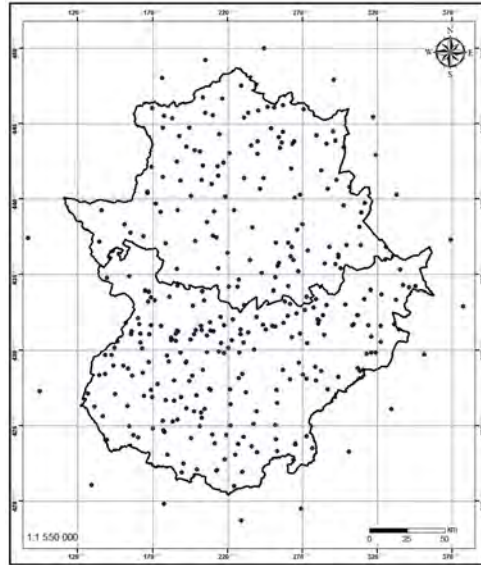


Gráfico 2.3. Situación de las estaciones termométricas de Extremadura y limitrofes

Los Sistemas de Información Geográfica constituyen la herramienta idónea para la elaboración de la cartografía climática, puesto que posibilitan el uso integrado de bases de datos alfanuméricas e información espacial asociada, permitiendo la obtención de resultados para cada punto del territorio y estableciendo una base sólida para la realización del análisis comparativo.

La necesidad de disponer de superficies climáticas continuas, implica la utilización de técnicas de interpolación espacial de los datos puntuales correspondientes a los valores climáticos de las diferentes estaciones meteorológicas. En este sentido, la utilización de la tecnología proporcionada por los SIG, así como los diversos procedimientos geoestadísticos (kriging) ofrecidos por este tipo de herramientas de análisis espacial, se conforman como una de las técnicas que presentan mayores ventajas de cara a la investigación de resultados y la comparación entre los cambios en el clima en un determinado espacio geográfico, puesto que el sistema climático posee una gran dependencia de la componente espacial.

## 2.3. Análisis de las variables climáticas en Extremadura

### 2.3.1. Medias anuales de las temperaturas máximas diarias

- **Media anual de las temperaturas máximas diarias del periodo 1961-1990**

Para evaluar las temperaturas del periodo de referencia 1961-1990, se ha calculado la media de las temperaturas máximas diarias de cada estación termométrica realizando un promedio del periodo de treinta años reseñado. Los valores más bajos de las medias de las temperaturas máximas diarias (entre 22 °C y 23 °C) correspondientes al periodo 1961-1990, modelizadas por la AEMet y procesadas geoestadísticamente, corresponden a una franja ubicada al norte de la provincia de Cáceres, en su límite con las provincias de Salamanca y Ávila (Gráfico 2.4). Se trata de las comarcas cacereñas de Las Hurdes, Valle Ambroz, Valle del Jerte y La Vera. Las dos primeras corresponden a la Zona Rural I y las dos segundas a la Zona Rural III. Estos territorios son los más montañosos de la Comunidad Autónoma, destacando las derivaciones del Sistema Central en la Sierra de la Peña de Francia y la Sierra de Gredos. Se aprecia, por tanto, cómo la altitud constituye un factor determinante para las temperaturas, provocando que las medias de las temperaturas máximas sean más bajas en los territorios más elevados. El resto del territorio extremeño presenta una media de temperaturas máximas diarias de entre 23 °C y 25 °C. Las comarcas de Cáceres y Trujillo (ZR VI), Alcántara (ZR IV), Don Benito (ZR VIII), Mérida (ZR VII), Badajoz, Olivenza y Jerez de los Caballeros (ZR XI), son las que registran las mayores temperaturas en promedio en el periodo de referencia 1961-1990.

La media de la temperatura máxima más elevada se registró en la estación E3540E, ubicada en Zarza la Mayor (comarca de Tierra de Alcántara), con un promedio de 27,8 °C, en el periodo 1961-1990. La estación E3514A (en Tornavacas, Sierra de Gredos) registró la media de las máximas más baja, correspondiente a 19 °C. Esto da muestras de la variabilidad de temperaturas máximas existentes en Extremadura en la actualidad, donde las zonas montañosas presentan un clima más fresco y el centro de la Comunidad es más cálido. Este patrón espacial de la distribución de las temperaturas máximas se repetirá en el futuro, a tenor de los datos modelizados por AEMet (Gráfico 2.4).

- **Media anual de las temperaturas máximas diarias modelizadas bajo el escenario de emisiones A2 en 2025 y 2050**

La distribución espacial de las medias de las temperaturas máximas modelizadas para los años 2025 y 2050 bajo el escenario de emisiones A2, muestra un patrón espacial de las temperaturas medias más altas, similar al periodo 1961-1990, aunque éstas son de media 2,63 °C y 3,62 °C superiores respectivamente (Gráfico 2.4). Queda por tanto bien registrado el calentamiento previsto para todo el planeta por los modelos de circulación general. En el caso del escenario de emisiones A2, este calentamiento es especialmente fuerte para el primer periodo de control, esto es, antes de 2025, y aunque prosigue hasta 2050, el incremento esperable es menor en el segundo cuarto del siglo.

Las medias de las máximas más cálidas se registrarán en las comarcas de Olivenza, Mérida y Alcántara (Zonas XI, VII, IV), donde la temperatura alcanzará entre los 27 °C y 28 °C en 2025. Para el resto de las zonas no montañosas de Extremadura, el promedio de temperaturas máximas será de entre 26 °C y 27 °C. Incluso en las zonas más montañosas anteriormente descritas, se registrará un calentamiento progresivo. En 2050, la zona central de Extremadura alcanzará los 27 °C ó 28 °C y las comarcas de Mérida, Cáceres y Alcántara (Zonas VII, VI, IV) alcanzarán los valores máximos registrados en el estudio, que coincide con las medias de las máximas por encima de los 28 °C.

Por estaciones meteorológicas, los valores más bajos se obtendrán de nuevo en la estación E3514A (Tornavacas), obteniéndose 21,66 °C para el año 2025 y 22,68 °C para el año 2050.

Los valores medios más altos se registrarán en la estación E3540E (Zarza la Mayor) con un valor de 30,57 °C en 2025, y en la estación E3542A sita en el municipio de Alcántara, limítrofe con Portugal, con 31,54 °C en 2050.

- **Media anual de las temperaturas máximas diarias modelizadas bajo el escenario de emisiones B2, para 2025 y 2050**

Bajo el escenario de emisiones B2, la distribución territorial de la temperatura media de las máximas anuales modelizada para los años 2025 y 2050 muestra un paralelismo importante respecto a la distribución de las zonas más cálidas y más frías en Extremadura en el periodo de referencia y bajo el escenario de emisiones A2 (Gráfico 2.4), es decir, que las isotermas de las máximas para el marco B2 presentan un patrón espacial muy parecido al representado para el marco A2.

En la provincia de Cáceres, la zona con medias de las temperaturas máximas más bajas (24 °C-25 °C), que se corresponde con los terrenos limítrofes con las provincia de Ávila y Salamanca, será relativamente más amplia que en el caso del escenario A2 en 2025. La franja con máximas entre los 25 °C y 26 °C será más amplia en el escenario B2, cubriendo una parte importante de las comarcas de Sierra de Gata, Las Hurdes, Jerte, Campo Arañuelo, los Ibores, las Villuercas y Trujillo. Se trata de territorios comprendidos en las Zonas Rurales I, III, V y VI. Las otras dos regiones con este mismo rango de temperaturas máximas serán también mayores que en el escenario A2; corresponden a las comarcas de Valencia de Alcántara y Alburquerque, en la frontera con Portugal, y de las pacenses Tentudía, Campiña Sur y Tierra de Barros de las Zonas Rurales XII y X respectivamente. Estas últimas responden a un clima más fresco debido a la altitud de la cercana Sierra Morena. A diferencia del escenario de emisiones A2, no se registrarán zonas con temperaturas medias de las máximas diarias superiores a 27 °C.

En 2050, se mantendrá el patrón de distribución de temperaturas en el norte de la Comunidad presentando los mismos valores que para 2025. Incluso la zona más occidental de Sierra de Gata, el municipio de Valverde del Fresno, verá reducida un grado la media de las máximas. En contraposición a este relativo mantenimiento de las temperaturas, se prevé un calentamiento más intenso de la provincia de Badajoz, desapareciendo la zona de 25 °C-26 °C descrita anteriormente en la Zona Rural XII y apareciendo una zona con temperaturas entre 27 °C y 28 °C en los municipios de Mérida y Villanueva de la Serena (Zonas VII y VIII).

En términos generales, se puede decir que en las condiciones descritas para el escenario de emisiones B2, se producirá un calentamiento generalizado y relativamente homogéneo en todo el territorio de Extremadura y este calentamiento será de menor intensidad que en el caso del escenario A2. Respecto a la situación actual, el escenario B2 supondrá, en promedio, un aumento de 2,24 °C en las temperaturas máximas en el año 2025, y de 2,54 °C en 2050.

Así, las principales diferencias entre los escenarios A2 y B2 estriban en el hecho de que, si bien, en el año 2025 se alcanzarán temperaturas máximas muy similares en ambos escenarios -ligeramente superiores para el escenario A2 con 2,63 °C de media respecto al periodo 1961-1990, frente a los 2,24 °C de media para el escenario B2, en el año 2050, se alcanzarán medias de las temperaturas máximas en el escenario A2 sensiblemente superiores con respecto al B2 en una superficie extremeña bastante más amplia. Así, los incrementos de las medias de temperaturas máximas respecto al periodo histórico serán de 3,62 °C y 2,54 °C, para los escenarios A2 y B2 respectivamente. El escenario B2 establece, por tanto, que el calentamiento se producirá de manera muy intensa en el primer cuarto del siglo, incrementándose sólo ligeramente las temperaturas de 2025 a 2050, frente al escenario A2 que describe un calentamiento muy intenso hasta 2025 y bastante significativo después, aumentando 1 °C entre 2025 y 2050.

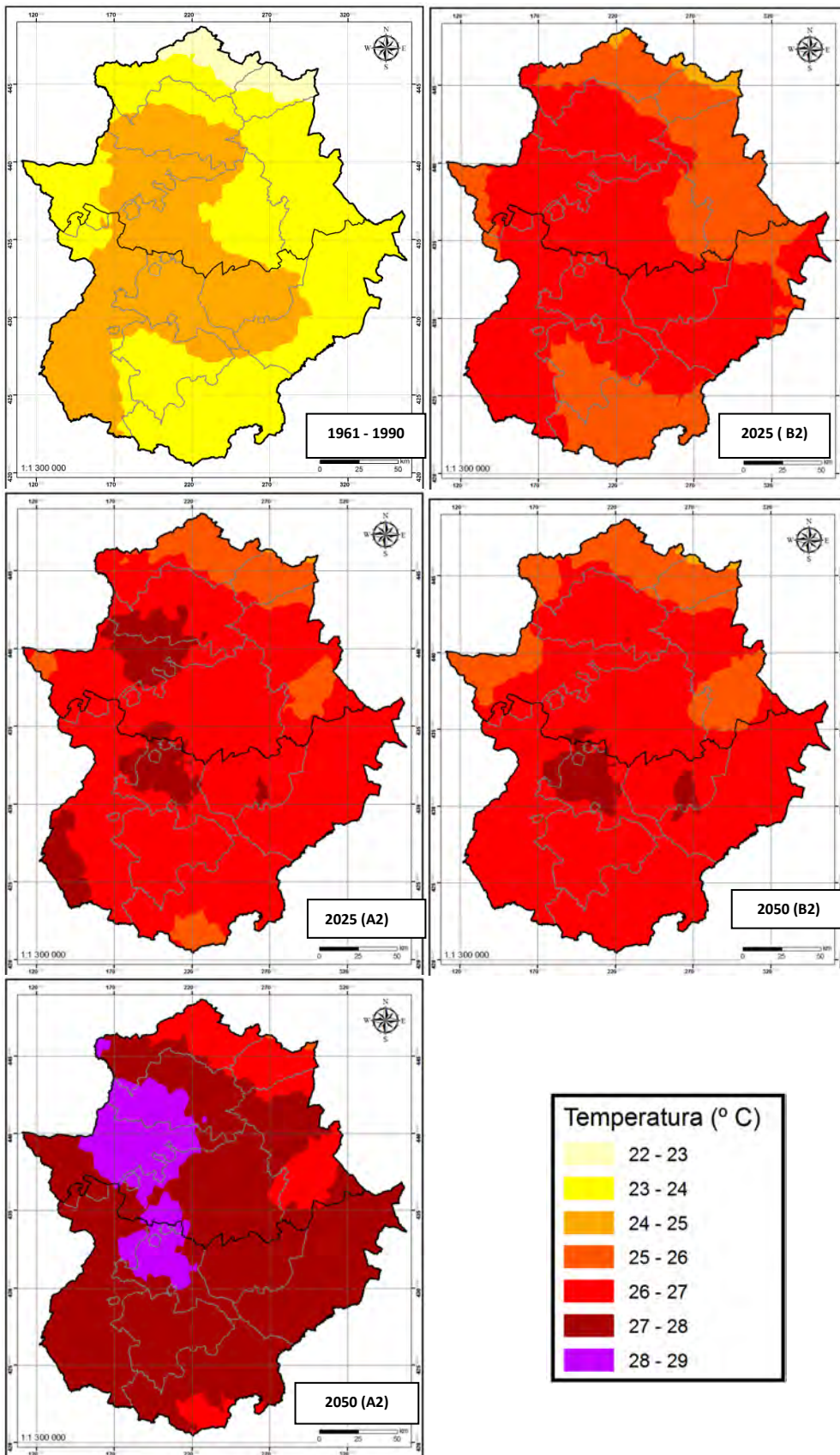


Gráfico 2.4. Medias anuales de las temperaturas máximas diarias en el período 1961 – 1990 y para los años 2025 y 2050 (escenarios A2 y B2).

Los valores máximos y mínimos se obtendrían para el escenario B2 en las mismas estaciones meteorológicas que en el escenario A2. Así, la estación meteorológica que presentaría la media de las máximas más elevada sería nuevamente la E3540E (Zarza la Mayor) con 30,28 °C y 30,42 °C en 2025 y 2050 respectivamente. La estación con las menores temperaturas más altas en 2025 es, al igual que en los casos anteriores, la E3514A (Tornavacas), con un valor promedio de 21,50 °C y de 21,58 °C en 2050. Cabe destacar que para la mitad del siglo, aparece una estación con una temperatura anómalamente baja; la estación termométrica de Alcántara (E3542A) con un promedio de máximas de apenas 17,64 °C, cuando en 2025 es de 25,79 °C. Este hecho podría estar relacionado con una interferencia de la técnica y no deberse necesariamente a que el año 2050 sea especialmente frío en dicha región.

### 2.3.2. Medias anuales de las temperaturas mínimas diarias

- **Media anual de las temperaturas mínimas diarias de 1961-1990**

El patrón de las medias de las temperaturas de las mínimas anuales presenta, como podría esperarse, una distribución similar al esquema seguido por las temperaturas máximas (Gráfico 2.5). En este caso también los factores de tipo orográfico, tales como la altitud y el relieve, influyen de manera decisiva en la distribución espacial de las medias anuales de las temperaturas mínimas diarias.

En el periodo de referencia, 1961-1990, el rango de temperaturas registrado oscila entre los 9 °C y 12 °C, siendo el área limítrofe con Castilla y León donde menores son las temperaturas. Los territorios incluidos en este sector son los municipios fronterizos de las comarcas pacenses de Sierra de Gata, Las Hurdes, La Vera, Campo Arañuelo y Las Villuercas (Zonas I, III y V). En estas zonas montañosas donde el relieve es más pronunciado, la cima se sitúa en el Calvitero llegando a los 2.400 metros sobre el nivel del mar. El efecto de la altura en las altas cumbres del Sistema Central, es el factor principal que determina que en estas zonas las temperaturas sean menores. En la provincia de Badajoz, concretamente en la comarca de la Siberia Extremeña (Zona Rural IX), los municipios limítrofes con Ciudad Real, en los que las estribaciones de los Montes de Toledo son patentes, también se registra una zona con temperaturas medias de las mínimas diarias inferiores a 10 °C. El resto del territorio extremeño se puede dividir en dos sectores en función de su temperatura media. Por un lado, la zona central de la Comunidad (comarcas de Cáceres, Trujillo, La Serena y Tierra de Barros, correspondientes a las Zonas VI, IX y X) que es ligeramente más cálida, y el resto (Valencia de Alcántara, Jerez de los Caballeros, Campiña Sur, Don Benito, Badajoz, Alagón, correspondientes a las Zonas IV, XI, XII, VIII, IX y II) donde la media anual de las mínimas se sitúa entre 10 °C y 11 °C.

Entre todas las estaciones extremeñas, el valor máximo se alcanza en la estación E4311 en el municipio de Peñalsordo (comarca de La Serena), donde se registra una media anual de las mínimas de 13,09 °C, y el valor mínimo o más frío en la estación E4239A (cercano a Castañar de Ibor, en la comarca de Los Ibores) con 6,62 °C de media anual de las mínimas diarias. En promedio para las 149 estaciones analizadas, la temperatura media de las mínimas se sitúa en torno a 10 °C.

- **Media anual de las temperaturas mínimas diarias modelizadas bajo el escenario de emisiones A2 en 2025 y 2050**

Tomando como referencia el periodo 1961-1990 y considerando el promedio de todas las estaciones analizadas, las medias anuales de las temperaturas mínimas diarias modelizadas para los años 2025 y 2050 bajo el escenario de emisiones A2 serán 1,8 °C y 2,59 °C superiores a las registradas en el periodo de referencia respectivamente.

En 2025 las temperaturas mínimas bajo el escenario A2 muestran una distribución espacial muy parecida a la situación correspondiente al periodo 1961-1990. Se conservará la distribución de temperaturas descritas para el periodo 1961-1990, si bien aumentará el promedio anual de las mínimas 2 °C para todas ellas. De esta forma, la franja limítrofe con Castilla y León y Castilla-La Mancha (Sierra de Gata y Sierra de Santa Olalla al oeste y el macizo de las Villuercas al este, comprendidas en las Zonas I, II y V) pasará de 9 °C-10 °C a 11 °C-12 °C; la zona central de Cáceres (comarcas de Cáceres y Trujillo, Zona VI) y la comarca de La Serena en Badajoz (Zona IX) presentarán una media que oscilará entre 13 °C y 14 °C, siendo el rango del anterior periodo entre 11 °C y 12 °C; en tanto que, el resto del territorio extremeño pasará, en general, del rango de 10 °C a 11 °C al de 12 °C y 13 °C. Las únicas regiones que no seguirán este patrón de calentamiento y que verán incrementada la media de temperaturas mínimas en sólo un grado, abarca los terrenos comprendidos entre Valencia de Alcántara y Albuquerque (Zonas IV y XI), por un lado, y el interior de las comarcas de Jerez de los Caballeros, Badajoz y Tierra de Barros (Zonas XI y X).

En 2050, la distribución espacial de las zonas isotérmicas es muy similar al patrón descrito para 2025. En general se registra un aumento de un grado en las medias de las temperaturas mínimas en este segundo cuarto de siglo XXI. Los territorios más cálidos llegarán a los 14 °C y 15 °C, si bien serán de menor superficie que la distribución descrita para 2025 (Zonas VI y IX). Salvo la franja norte de las zonas montañosas del Sistema Central, el área de estribaciones de los Montes de Toledo en la Siberia extremeña (Zonas I y III) y una estrecha franja limítrofe con Portugal y Huelva en los municipios de Olivenza, Alconchel, Villanueva del Fresno, Oliva de la Frontera e Higuera la Real (Zona XI), donde la media se situará entre los 12 °C y 13 °C, el resto de Extremadura presentará una media de mínimas diarias de entre 13 °C y 14 °C, resultando del orden de 3 °C superior al periodo de referencia. Al igual que en el caso de las máximas, parece que el incremento térmico será significativamente más rápido en la primera parte del siglo XXI, decelerando el calentamiento registrado entre los años 2025 y 2050.



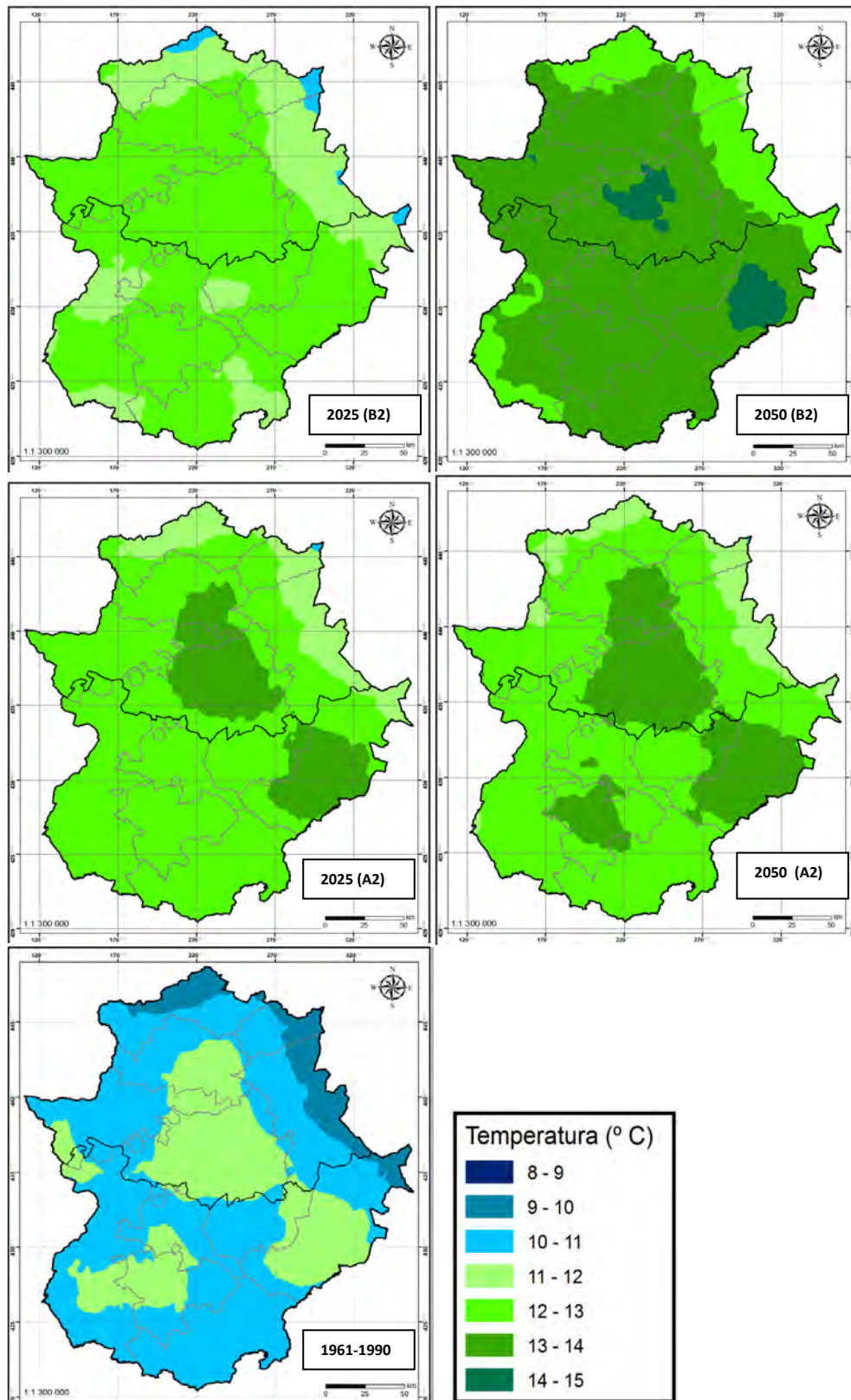


Gráfico 2.5. Medias anuales de las temperaturas mínimas diarias en el periodo 1961 – 1990 y para los años 2025 y 2050 (escenarios A2 y B2).

Por estaciones meteorológicas, el promedio más alto de las mínimas diarias en 2025 se obtendrá en la misma estación descrita para el periodo 1961-1990. Así, la estación E4311 (Peñalsordo) registrará 15,37 °C y 16,32 °C respectivamente en 2025 y 2050. En 2050 el máximo se localizará en la estación E3542A, en Alcántara, donde se prevé una media de temperaturas mínimas de 17,20 °C. Los valores más bajos de los promedios anuales de mínimas se darán también en la estación E4239A (Castañar de Ibor) con valores de 8,14 °C y 8,96 °C respectivamente en 2025 y 2050.

- **Media anual de las temperaturas mínimas diarias modelizadas bajo el escenario de emisiones B2 en 2025 y 2050**

Las medias anuales de las temperaturas mínimas diarias bajo el escenario B2 serán también significativamente superiores, tanto en 2025 como en 2050, a las registradas en el periodo 1961-1990. Las estimaciones en el escenario B2 son, en promedio, 1,38 °C y 1,94 °C más elevadas respectivamente en 2025 y 2050.

Comparativamente con el escenario A2, y considerando todas las estaciones termométricas, el escenario B2 arroja unos valores medios de las mínimas menores en 2025 (12,05 °C en B2 frente a 12,49 °C en A2) y en 2050 (12,61 °C en B2 frente a 13,26 °C en A2). A pesar de que en términos absolutos, el aumento de las temperaturas de las mínimas es más reducido bajo el escenario B2, se prevé un incremento térmico análogo en los dos periodos analizados, independientemente del escenario de emisiones seleccionado. Así, el calentamiento esperable será más intenso en la primera parte del siglo, siendo más reducido en el segundo cuarto.

Tanto en 2025 como en 2050, el escenario B2 muestra una distribución espacial de las temperaturas mínimas muy parecida a las ya descritas anteriormente para el periodo 1961-1990 y para el escenario A2. Las menores mínimas corresponderán, tanto en 2025 como en 2050, a las franjas montañosas limítrofes con las provincias de Salamanca y Ávila (Zonas I, III y V), con medias anuales inferiores a 12°C en ambos años; la franja nororiental será más estrecha en 2050, desapareciendo casi por completo de este rango los territorios correspondientes a la Zona Rural III. Por otra parte, los valores máximos se alcanzarán en ambos años en las comarcas centrales de la provincia de Cáceres (comarcas de Cáceres y Trujillo, Zonas VI) y en las comarcas pacenses de Mérida, La Serena y Tierra de Barros (Zonas VII, IX, X), donde se superan los 12 °C y 13 °C de media en 2025 y 2050 respectivamente. Los mapas correspondientes al escenario A2 en 2025 y al B2 en 2050 son casi coincidentes el uno del otro, con la salvedad de la distribución correspondiente a los 13 °C-14 °C correspondiente a Mérida y Tierra de Barros, en el escenario B2 para el año 2050.

Por estaciones meteorológicas, los valores más altos se obtendrán en la misma estación descrita para el periodo 1961-1990. Así la estación E4311, localizada en Peñalsordo, registrará 14,96 °C y 15,49 °C respectivamente en 2025 y 2050. Los valores de las medias de las mínimas más bajos, también coincidirán con los del escenario A2 en la estación E4239A de Castañar de Ibor, con unos registros de 7,63 °C y 8,59 °C en 2025 y 2050 respectivamente.

### 2.3.3. Precipitación media acumulada anual

El dato de la precipitación anual es importante, pues de la abundancia de las lluvias depende el desarrollo vegetal, tanto en ecosistemas forestales como en sistemas agrícolas. Se debe recordar no obstante, que la cantidad total de lluvia es un dato promedio que no informa sobre la distribución de la precipitación a lo largo del año, por lo que las observaciones que siguen deben tomarse como punto de partida antes de realizar análisis de vulnerabilidad e impactos, sin menoscabo de añadir otro tipo de datos sobre el régimen de lluvias más específicos para otros ámbitos. En el análisis a realizar relativo a los impactos sobre los recursos hídricos, se realizará un estudio pormenorizado de los cambios previstos en la distribución de las lluvias a lo largo del año.

- **Precipitación media anual del periodo 1961-1990**

La precipitación media anual de Extremadura para el periodo 1961-1990 está muy marcada por la orografía y el relieve (Gráfico 2.6). Los relieves más elevados, coronados en los picos Calvitero y Almanzor, y localizados en la región noreste de la Comunidad Autónoma, conforman las paredes del valle de Plasencia o valle del Jerte, donde se registran las precipitaciones más abundantes, desde 800 hasta 950 mm anuales (Zona Rural III). En estas localizaciones de la comarca del Jerte, las isoyetas están bastante juntas y son homólogas a las cotas altimétricas, lo que da idea de la dependencia de la precipitación con la altura.

En el norte y noroeste de la provincia de Badajoz, se ubican los otros sistemas montañosos del Sistema Centra, como la sierra de Santa Olalla, Sierra de Gata y la Peña de Francia, donde el régimen anual de precipitaciones arroja un balance superior a los 700 mm. En conjunto estas sierras constituyen las Zonas Rurales I y III. Aparte de estos sistemas montañosos, el único punto de Extremadura donde se registran precipitaciones superiores a los 700 mm es en Las Villuercas, donde un pequeño relieve montañoso en el límite provincial de Cáceres y Badajoz retiene las borrascas generando precipitaciones abundantes en su cara norte (Zona V). El resto del territorio extremeño es más árido, con un rango de precipitaciones entre 400 y 550 mm anuales. En general, la provincia de Badajoz es más árida que la cacereña, aunque en ambas provincias existen localizaciones con menos de 400 mm anuales.

En la provincia de Cáceres las zonas más áridas son las comarcas de Alcántara y Cáceres (Zonas IV y VI), mientras que en la provincia de Badajoz, las comarcas que menor precipitación registran son las de Campiña Sur, La Serena y Tierra de Barros (Zonas Rurales XII, IX y X).

Los datos más áridos, con valores de precipitaciones entre 300 y 350 mm, se dan en las cercanías de los municipios de Valencia de las Torres e Higuera de la Serena. Estos valores constituyen de forma general el límite para la existencia de vegetación arbórea y arbustiva.

La estación extremeña que registra un volumen de precipitación anual más elevado es la E3514A, ubicada en las cercanías de Hervás, en el valle del Ambroz. Esta estación registró durante el periodo 1961-1990 una media de 1.265 mm de precipitación anual. Por otra parte, la estación E4425 en Lobón, entre Mérida y Badajoz, registró en el mismo periodo la menor precipitación media anual, con 281 mm.

- **Precipitación media anual modelizada bajo el escenario de emisiones A2 en los años 2025 y 2050**

Las precipitaciones modelizadas para el año 2025 y 2050 bajo el escenario de emisiones A2 muestran de forma general una reducción de las precipitaciones (Gráfico 2.6). Así la precipitación media estimada para el año 2025 disminuirá de media un 5% anual (24 mm), mientras que la reducción será mucho más drástica para 2050, alcanzando un 25% o más de 115 mm.

El patrón de precipitaciones comentado para el periodo de referencia se mantendrá; no obstante, se observa una reducción generalizada de las lluvias anuales en toda la Comunidad Autónoma. Las áreas más lluviosas seguirán estando en el norte de la provincia de Cáceres, tanto en 2025 como en 2050, aunque registrarán unos valores anuales entre 700 y 850 mm para el año 2025, y entre 500 y 600 mm en 2050. En el periodo de referencia, se registraron entre 800 y 1.000 mm en esta región. Por su parte, los terrenos de mayor aridez, ubicados en La Campiña Sur y Tierra de Barros (Zonas XII y X), incrementarán su superficie en 2025 aunque mantendrán los niveles del periodo 1961-1990, entre 300 y 400 mm. La comarca cacereña de Tierra de Alcántara se sumará a estas zonas de máxima aridez en 2025.

Siguiendo los parámetros comentados anteriormente, el segundo cuarto del siglo XXI supondrá un periodo de drásticas reducciones en la precipitación anual para todos los territorios extremeños (Gráfico 2.6). Tanto la zona del Valle del Jerte y sierras de Santa Olalla, Gata y Peña de Francia, como la zona del macizo de las Villuercas (Zonas III, I y V), sufrirán una espectacular reducción en las lluvias anuales situándose en un rango de entre 500 y 550 mm anuales. Claramente, esto puede suponer una situación de riesgo para muchas de las comunidades vegetales arbóreas presentes en las sierras extremeñas y un factor de vulnerabilidad importante para todos los sectores socioeconómicos que dependan de la disponibilidad hídrica, resultando el sector más afectado el de la agricultura.

Las comarcas de Mérida, La Serena y Campiña Sur (Zonas VII, IX y XII) se verán expuestas en amplias superficies de sus territorios a escasas precipitaciones anuales, inferiores a 300 mm, lo que puede ser un desencadenante importante para procesos de desertificación.

Por estaciones, los mayores valores de precipitación en 2025 se registrarán en Jarandilla de La Vera (Comarca de La Vera), en la estación E3516 con un valor de lluvia anual igual a 1.199 mm. En 2050 se prevé que en esa estación continúen los mayores valores de precipitación en Extremadura, aunque con un significativo descenso, hasta valores de 770 mm anuales. El valor mínimo previsto para las precipitaciones en el año 2025 corresponderá de nuevo a la estación de Lobón (E4425). Aunque a diferencia del periodo 1961-1990, donde el valor promedio en los treinta años era de 281 mm, en 2025 se predicen tan sólo 262 mm. En 2050, los valores mínimos corresponderán a la estación E34650, sita en el municipio de Trujillo, con una precipitación de 210 mm anuales, correspondiendo a Lobón un valor anual de 216 mm.

- **Precipitación media anual modelizada bajo el escenario de emisiones B2 en 2025 y 2050**

La predicción de las precipitaciones anuales para los años 2025 y 2050 bajo el escenario de emisiones B2, presenta un comportamiento muy diferenciado (Gráfico 2.6). Así, el mapa para el año 2025 muestra tonos muy rojizos que delatan una importante aridez en la totalidad del territorio extremeño, mientras que el mapa para 2050 muestra un aspecto mucho más parecido al del periodo de referencia (1961-1990).

Se puede así prever que en los próximos años y hasta 2025, las precipitaciones anuales en todos los puntos del territorio sufrirán una reducción muy drástica, del orden del 50%, resultando un patrón de lluvias anuales muy por debajo de los registros del clima actual.

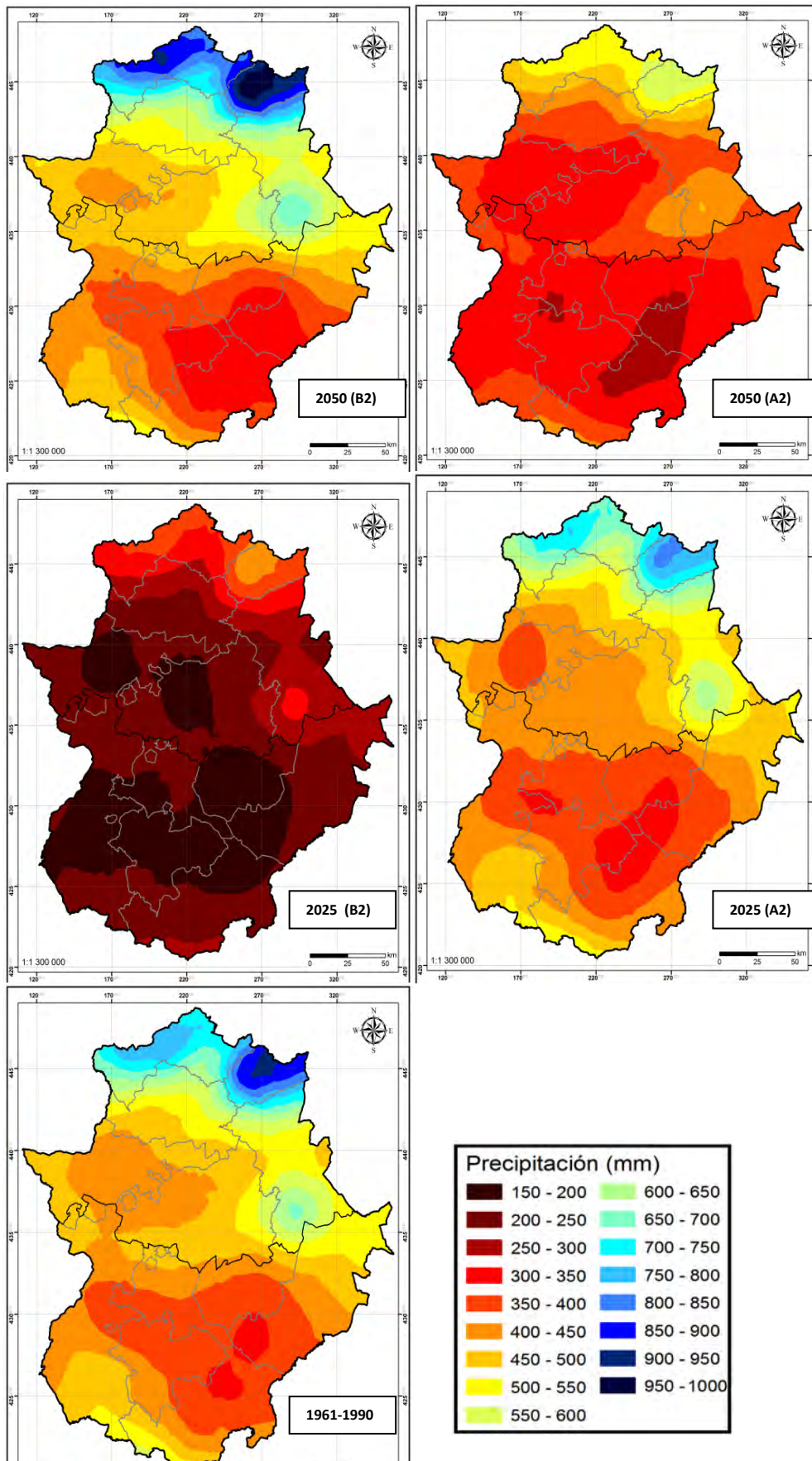


Gráfico 2.6. Precipitación acumulada anual promedio del periodo 1961-1990 y para los años 2025 y 2050 (escenarios A2 y B2).

Salvo las áreas tradicionalmente más lluviosas, en las áreas montañosas del Sistema Central y el Macizo de Las Villuercas (Zonas I y III), las precipitaciones anuales serán inferiores a los 300 mm, que se corresponde con el valor límite de crecimiento para determinadas especies vegetales, registrándose amplias zonas, sobre todo en la provincia de Badajoz, con menos de 200 mm anuales. Estas áreas incluyen buena parte de las comarcas de Olivenza, Badajoz, Mérida, Don Benito, Tierra de Barros, Campiña Sur y las cacereñas Trujillo, Cáceres y Alcántara (Zonas XI, VII, VIII, XII, VI, IV). En el Valle del Jerte, las lluvias previstas también sufrirán una reducción muy importante, sin llegar a alcanzarse registros de más de 600 mm anuales. Comparativamente con el escenario A2, se mantendrá el patrón de distribución de las áreas con la misma precipitación, si bien en términos absolutos, se registrará un descenso mucho más pronunciado, del orden del 45%. Como se comentará más adelante, este comportamiento de las precipitaciones en 2025 contrasta con el periodo 2011-2040, donde en promedio, se registran unas lluvias más abundantes en todas las regiones, siguiendo el patrón observado para el periodo de referencia. Esta diferencia demuestra que el año 2025 se prevé que será especialmente seco, distando por tanto del promedio climático del periodo 2011-2040 y no siendo representativo del mismo.

En el año 2050, sin embargo, el mapa previsto de precipitaciones anuales registra de nuevo una analogía con el patrón de lluvias del periodo de referencia, siendo muy similar, tanto la distribución espacial de las precipitaciones en Extremadura como los valores absolutos registrados en las distintas estaciones pluviométricas. De hecho, en promedio, se prevé un aumento de las precipitaciones del 2% en 2050 respecto del periodo 1961-1990. Esto implica que en el transcurso de los años 2025 a 2050, se duplicará el valor promedio de las precipitaciones en todas las localidades. El área del Valle del Jerte (Zona III) tiene un rango previsto de precipitaciones anuales superior al actual, alcanzándose los 1.000 mm anuales en algunos municipios. El territorio que abarca la Sierra de Gata (Zona I) también verá incrementado su rango de precipitaciones en 2050 respecto del clima de referencia en unos 100 mm, pasando de valores cercanos a los 800 a los 900 mm anuales. La zona de influencia del macizo de las Villuercas (Zona V) también resultará incrementado en amplitud, ocupando una mayor extensión hacia el norte, si bien, el valor absoluto de las lluvias se mantendrá respecto al periodo 1961-1990 en 700 mm.

Por estaciones, el mayor valor de precipitación se registrará, en 2025, en la estación E3516, ubicada en el municipio de Piornal, en el valle de Plasencia, donde se prevén 635 mm anuales. Esta misma estación duplicará el valor de las lluvias previstas para el año 2050, superando los 1.300 mm anuales, siendo de nuevo la estación extremeña donde mayor es la precipitación prevista.

Los valores mínimos de lluvia anual previstos para 2025 se darán en la estación E3523, en el municipio de Riobobos (Comarca de Vegas del Alagón, Zona II), con valores acumulados de precipitación anual de 122 mm. En 2050 el valor de precipitación para esta estación se prevé que se cuadruplica hasta alcanzar los 537 mm anuales. La estación donde menos lluvias se prevén en 2050, según los datos de AEMet, es la E4388, ubicada en el término municipal de Higuera de Llerena (comarca de Campiña Sur, Zona XII), donde se estiman 239 mm anuales, frente a los 173 mm en 2025.

## 2.4. Análisis de los resultados: Cambios de temperatura y precipitación

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático, en su Cuarto Informe de Evaluación (IPCC, 2007), analiza los impactos de manera regionalizada. El estudio y análisis de los patrones espaciales y temporales del clima del futuro, y las diferencias entre el clima actual y el de finales del siglo XXI permitirá prever los impactos que presentarán una magnitud más grave e intensa, que en Europa se producirán en los territorios del suroeste continental. Analizados en conjunto, los cambios más drásticos en temperatura y precipitación se darán en Europa meridional (Gráfico 2.7 y Gráfico 2.8).

La evaluación de los principales cambios que se prevén en las variables climáticas fundamentales, temperatura y precipitación, constituye la base de conocimiento necesaria para planificar las políticas sobre vulnerabilidad, impactos y adaptación. De hecho, la magnitud e intensidad de estos cambios serán los que determinen el impacto y los efectos del clima sobre los distintos sectores socioeconómicos y ecosistemas. El análisis comparativo entre el periodo de referencia considerado (1961-1990), que representa el clima actual, y los diferentes escenarios regionalizados de cambio climático modelizados, es el punto de partida de la metodología a partir de la cual será posible determinar la vulnerabilidad de los diferentes sectores frente a los cambios de las variables climáticas. Conforme a los cambios del clima pronosticados, y a partir del análisis de vulnerabilidad sectorial, será posible, identificar y valorar los principales impactos del cambio climático.

A continuación se lleva a cabo un análisis comparativo entre los escenarios regionales del clima previstos en Extremadura, subrayando los principales cambios. En primer lugar se establece un examen comparativo entre el escenario climático de 1961-1990 y el escenario climático correspondiente al escenario de emisiones A2, para los años horizonte 2025 y 2050. En segundo lugar, se elabora el mismo análisis comparativo pero bajo el escenario de emisiones B2.

Se analiza el espectro térmico, tanto de máximas como de mínimas, y posteriormente el pluviométrico. Junto a estos análisis y descripciones, se representan los datos en mapas que expresan los principales cambios, resultados y conclusiones entre los escenarios analizados.

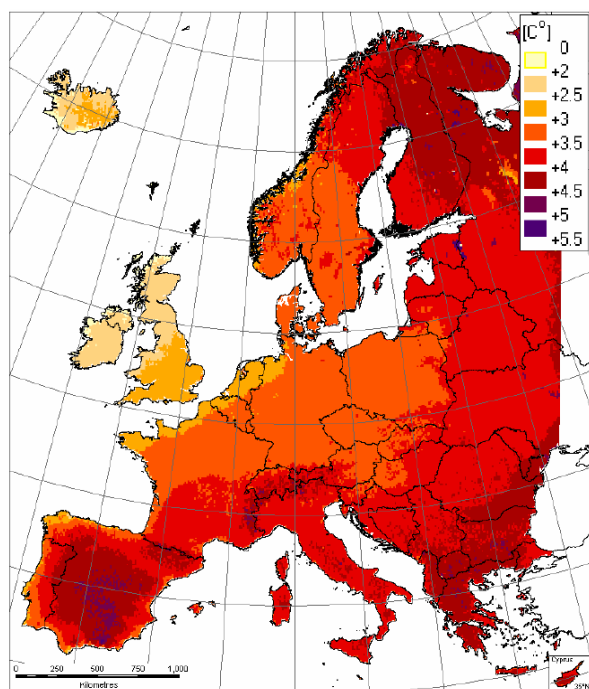


Gráfico 2.7. Variación de la temperatura media anual (°C) del promedio del período 2071-2100 en relación con el período 1961-1990 (Libro Verde, 2007).

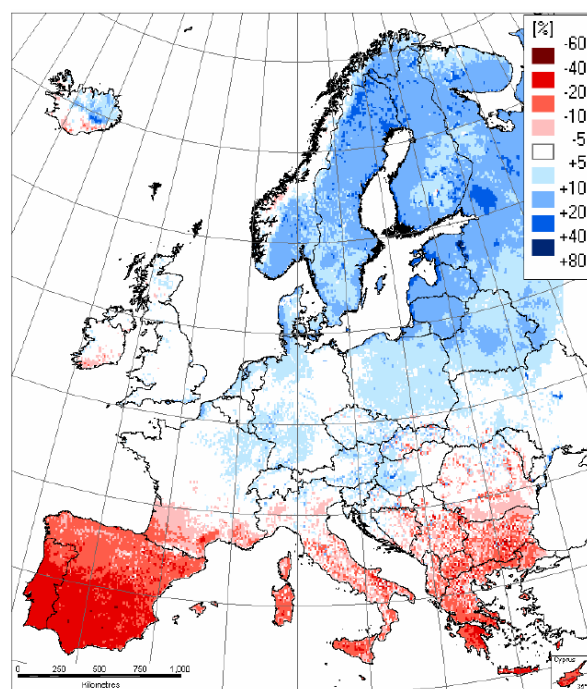


Gráfico 2.8. Variación porcentual de la precipitación acumulada anual del período 2071-2100 en relación con el período 1961-1990 (Libro Verde, 2007).

### 2.4.1. Aumento de las medias anuales de las temperaturas máximas y mínimas diarias en 2025 2050 respecto al período 1961 y 1990

- **Aumento de las medias anuales de las temperaturas máximas diarias bajo los escenarios A2 y B2 respecto al período 1961-1990**

A partir de los datos previstos por AEMet (Brunet *et al.*, 2008) y su ampliación a todo el territorio autonómico mediante técnicas de geoestadística han sido cartografiadas las diferencias en los valores de temperaturas medias de las máximas bajo los escenarios A2 y B2 para los años 2025 y 2050 respecto de las del período 1961-1990, así como la variación entre el año 2025 y 2050 para los dos escenarios de emisiones considerados (A2 y B2) (Gráfico 2.9).

En general, bajo ambos escenarios de emisiones y tanto en 2025 como en 2050, se prevé un aumento de las temperaturas máximas en todo el territorio autonómico, en consonancia con las previsiones de calentamiento global (Gráfico 2.9). Dicho aumento térmico será especialmente notable en el caso del escenario A2 y, fundamentalmente en 2050.

Así, en el primer cuarto del siglo, las medias anuales de las temperaturas máximas se verán incrementadas en, al menos, 2 °C en todos los municipios extremeños. Bajo el escenario A2, este incremento oscilará entre 2,5 °C y 3 °C en todo el territorio, salvo en parte de la comarca de Badajoz y Mérida, donde el aumento será medio grado menor, y en el municipio de Alcántara, donde es previsible que las temperaturas se vean incrementadas hasta 3,5 °C. En el caso de B2, también Alcántara será la comarca más afectada, con ascensos entre 3 °C y 3,5 °C, siendo el resto del territorio homogéneamente afectado por el calentamiento con incrementos entre 2 °C y 2,5 °C.

Durante el periodo comprendido entre los años 2025 y 2050, el proceso de calentamiento será más heterogéneo. Mientras que para el escenario A2, continuará el incremento en el valor medio de las máximas en casi todo el territorio, y además de manera importante, en el escenario B2 se prevén ascensos y descensos de temperaturas máximas. Así, para este escenario B2, en la parte central y occidental de la Comunidad Autónoma (Zonas II, IV y XI) se producirá un ligero ascenso, en tanto que la comarca de Alcántara experimentará un descenso más o menos acusado de las medias anuales de las temperaturas máximas. De esta forma, bajo el escenario A2, la comarca de Alcántara seguirá siendo la más afectada por el incremento térmico, presentando una nueva subida de entre 2 °C y 2,5 °C en el promedio anual de las máximas.

El resto de Extremadura, salvo la comarca de Olivenza, donde las temperaturas descenderán ligeramente hasta medio grado centígrado, registrará un aumento de entre 0,5 °C y 1,5 °C. Bajo el escenario B2, la comarca de Alcántara sufrirá una importante disminución de las máximas de hasta dos grados, lo que contrarresta el incremento diferencial sufrido en el primer cuarto del siglo XXI.

Respecto del periodo de referencia (1961-1990), en 2050 y bajo el escenario A2, las temperaturas medias de las máximas pueden alcanzar entre 3,5 °C y 4 °C más que las actuales, con la salvedad del valle del Guadiana desde Don Benito a la ciudad de Badajoz y la comarca de Olivenza por un lado (Zonas VII, VIII y XI), donde el calentamiento previsto será de entre 2,5 °C y 3,5 °C, y la comarca de Alcántara y Valencia de Alcántara por otro (Zona IV), donde se prevé un incremento incluso mayor de las temperaturas, entre 4 °C y 5,5 °C.

Referente al escenario B2, respecto del periodo de referencia, el calentamiento previsto será de entre 2,5 °C y 3 °C en la mayor parte del territorio a excepción del lado oeste de la Comunidad (comarcas de Alcántara, Valencia de Alcántara, Badajoz, Olivenza y sureste de Jerez de los Caballeros), donde el incremento oscilará entre 1,5 °C y 2,5 °C.

Por lo tanto, se puede concluir a tenor de las observaciones realizadas, que bajo el escenario A2, el proceso de calentamiento será progresivo e intenso hasta 2050, mientras que bajo el escenario B2, dicho proceso será importante, por lo menos hasta 2025. A partir de entonces, en las zonas en las que se incremente la temperatura, ésta lo hará levemente hasta 0,5 °C existiendo localizaciones con un ligero enfriamiento respecto de 2025 hasta 0,5 °C.

Considerando el conjunto de las 149 estaciones termométricas analizadas, en promedio, el incremento térmico registrado bajo el escenario A2 será de 2,63 °C en 2025 y de 3,61 °C en 2050. Bajo el escenario B2, será de 2,24 °C en 2025 y de 2,54 °C en 2050. Entre 2025 y 2050, el incremento promedio bajo el escenario A2 será de 0,98 °C, mientras que bajo el escenario B2 será de 0,30 °C (Tabla 2.1).

**Tabla 2.1. Valores estadísticos singulares relativos a la media de las temperaturas máximas diarias (° C) para los distintos escenarios y horizontes temporales analizados.**

Temperatura máxima diaria	1961-1990	2025(A2)	2025 (B2)	2050 (A2)	2050 (B2)
<b>Mínimo</b>	19,03 °C	21,66 °C	21,50 °C	22,68 °C	17,64 °C
<b>Máximo</b>	27,85 °C	30,57 °C	30,28 °C	31,54 °C	30,42 °C
<b>Promedio</b>	23,85 °C	26,48 °C	26,09 °C	27,46 °C	26,39 °C
<b>Mediana</b>	24,07 °C	26,67 °C	26,18 °C	27,59 °C	26,67 °C

En el escenario A2, los aumentos de las medias de las temperaturas máximas que se han proyectado, oscilarán entre 1,89 °C y 5,13 °C en 2025, con un incremento medio de 2,63 °C. En 2050 oscilará entre 0,91 °C y 11,39 °C respecto al periodo 1961-1990, con un incremento medio de 3,62 °C. Bajo el escenario B2 en 2025, se experimentará un aumento de temperatura que oscilará entre 1,5 °C y 5,64 °C respecto al periodo 1961-1990, con incrementos medios de 2,24 °C. En 2050, las variaciones estarán comprendidas entre un descenso de 2,51 °C y un incremento de 3,25 °C, con una variación media de 2,54 °C.

Analizando la distribución de frecuencias de las temperaturas máximas en distintos periodos temporales (Gráfico 2.10), se aprecia que en el periodo 1961-1990, la curva de distribución está centrada en torno a los 24 °C y los 25 °C, siendo inferiores al 5% las estaciones con temperaturas medias de las máximas inferiores a 21 °C y superiores a 26 °C. Esta curva de distribución se desplaza lateralmente hacia rangos térmicos mayores tanto en 2025 como en 2050. Así, está centrada en el rango de 26 °C a 27 °C en 2025 tanto en A2 como en B2, y en 2050 en B2, suponiendo más de un tercio de las estaciones analizadas.

En estos tres escenarios hay menos del 5% de las estaciones que registren medias de las máximas por debajo de 23 °C o por encima de los 28 °C, lo que en conjunto supone un incremento neto de 2 °C en las temperaturas registradas en las estaciones termométricas. En el caso de 2050 bajo A2, este incremento puede situarse en los 3,5 °C aproximadamente.

Por estaciones meteorológicas, en el escenario A2 en el año 2025, el mayor aumento de las medias de las temperaturas máximas corresponde a la estación de Alcántara E3542A, con un aumento térmico respecto al periodo 1961-1990 de 5,13 °C, mientras que el menor aumento corresponde a la estación E4408, ubicada en el municipio de Mirandilla (comarca de Tierra de Mérida), con un incremento de 1,89 °C.

En el escenario A2, para 2050, el mayor aumento de las máximas respecto al periodo 1961-1990 corresponderá también a la estación de Alcántara E3542A, con un incremento respecto al periodo 1961-1990 de 11,39 °C; mientras que el menor aumento corresponderá a la estación E4489, sito en el municipio de Cheles (comarca de Olivenza), con un ascenso de 0,91 °C.

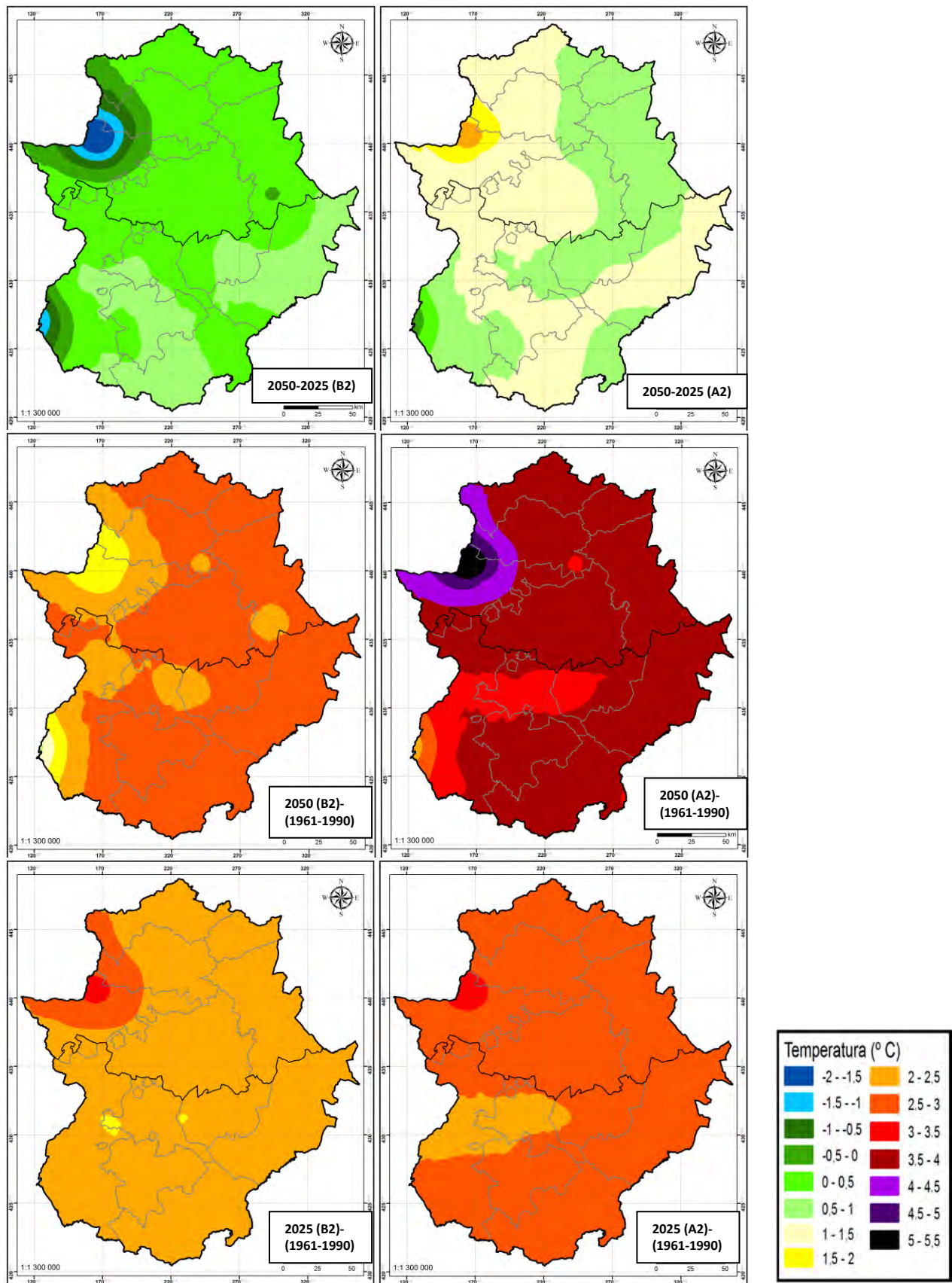


Grafico 2.9. Variación de la temperatura media de las máximas diarias calculada entre los años 2025 y 2050 (escenarios A2 y B2) respecto del promedio del periodo 1961-1990.



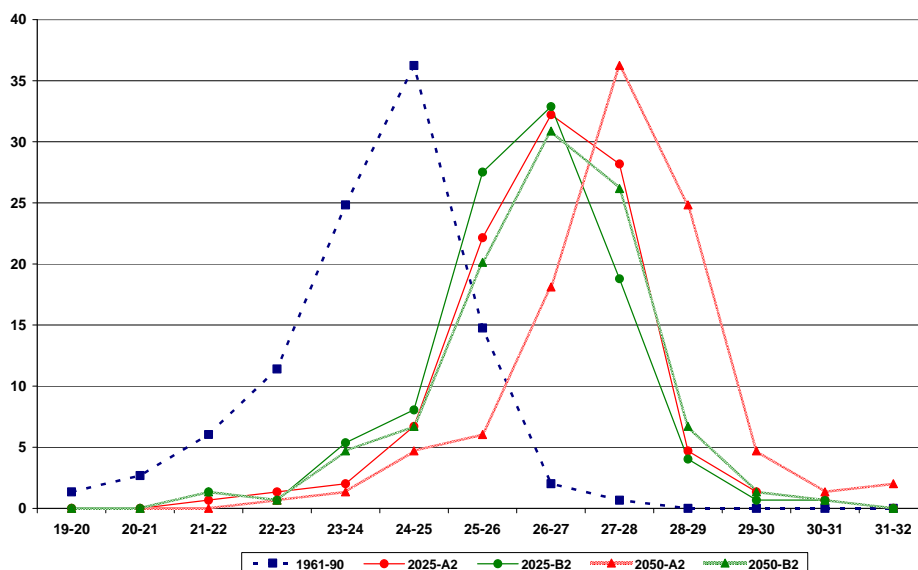


Gráfico 2.10. Distribución porcentual de las estaciones termométricas en función del valor de la media de la temperatura de las máximas diarias (°C) para los distintos escenarios analizados.

En 2025 y bajo el escenario B2, el mayor aumento de las medias de las máximas respecto al periodo 1961-1990 corresponderá también a la estación de Alcántara E3542A, con un aumento térmico de 5,64 °C. El menor aumento en B2 en 2025 se dará en las estaciones de Guareña, comarca de Tierra de Mérida (E4374E) y a la E4429U, ubicada en el municipio de La Parra con un aumento de 1,50 °C.

Bajo el escenario B2 en el año 2050, el mayor incremento de las máximas respecto al periodo 1961-1990 corresponde a la estación de E3477 de Navas del Madroño (comarca de Tierra de Alcántara), con un aumento de 3,25 °C. En contrapartida, los descensos más acusados se registrarán en Alcántara, en la estación E3542A, con una reducción de 2,51 °C.

- **Aumento de las medias anuales de las temperaturas mínimas diarias bajo los escenarios A2 y B2 respecto al periodo 1961-1990**

De modo análogo, se ha analizado el aumento de las medias anuales de las temperaturas mínimas diarias en los años 2025 y 2050 respecto al periodo de control 1961-1990, y entre los años 2025 y 2050, tanto bajo el escenario A2 como el B2.

Al igual que en el caso de las temperaturas máximas, en general, bajo ambos escenarios de emisiones y tanto en 2025 como en 2050, se prevé un aumento de las temperaturas mínimas en todo el territorio autonómico (Gráfico 2.11). Este aumento térmico será más fuerte en el caso del escenario A2, y será manifiesto en 2025, y especialmente en 2050. El aumento de temperaturas de las mínimas no tendrá una distribución geográfica uniforme, existiendo áreas con mayor tendencia al calentamiento.

Bajo el escenario A2 en 2025, las temperaturas mínimas aumentarán respecto al periodo 1961-1990 entre 1,5 °C y 2 °C en todo el territorio autonómico, salvo en las comarcas surorientales: La Serena, La Siberia y Campiña Sur, correspondientes a las Zonas Rurales IX y XII, en las que el calentamiento es medio grado superior. Esta situación también se dará en las comarcas cacereñas de Tierra de Alcántara y Trujillo. En 2050, bajo el escenario A2, los aumentos respecto al periodo 1961-1990 serán sensiblemente superiores al periodo anterior, con valores de entre 2,5 °C y 3 °C, salvo en el Valle del Guadiana, entre Don Benito y la ciudad de Badajoz, y en la comarca de Olivenza, donde la temperatura aumentará entre 1,5 °C y 2,5 °C. Las comarcas occidentales de la provincia de Cáceres, especialmente Alcántara, registrarán un incremento térmico muy importante, de hasta 4 °C.

En 2025, el escenario B2, muestra un aumento de las temperaturas mínimas entre 1 °C y 2 °C respecto al periodo 1961-1990, repitiéndose el patrón espacial descrito para el escenario A2, aunque con valores de las temperaturas medio grado menores. En 2050, el escenario B2 muestra un incremento de las temperaturas distinto entre las zonas orientales y occidentales de Extremadura. Así, las Zonas Rurales I, II, III, V, VI, VIII, IX y XII presentarán un aumento del valor medio de temperaturas mínimas de entre 2 °C y 2,5 °C respecto del periodo de referencia, mientras que el resto de las zonas experimentará un aumento de las mínimas de entre 1,5 °C y 2 °C respecto al periodo 1961-1990.

En el segundo cuarto del siglo XXI, el calentamiento será relativamente más suave que en el primero, tanto para el escenario A2 como para el B2 en todo el territorio autonómico (Gráfico 2.11). Se registrará un incremento de las medias de las temperaturas mínimas no superior a 1 °C y en ocasiones se predice un descenso, para el año 2050, de hasta 0,5 °C respecto a 2025. De esta predicción hay que excluir el área de Alcántara, que registrará un comportamiento especial. En el escenario A2, se prevé un incremento de las mínimas más fuerte que en el resto de Extremadura, entre 1,5 ° y 2 °C, mientras que bajo el escenario B2 se predice un enfriamiento de hasta 1 °C.

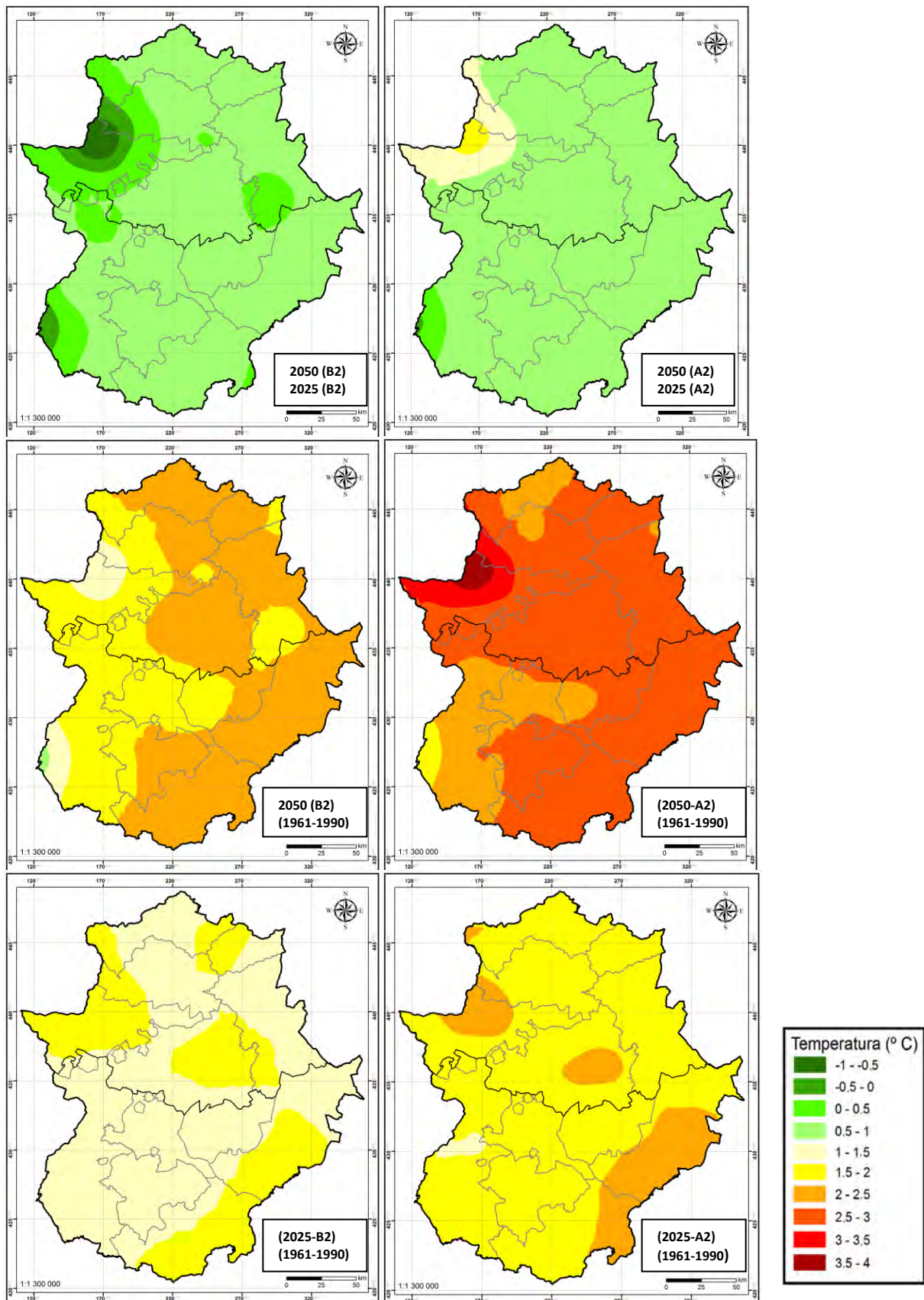


Gráfico 2.11. Variación de la temperatura media de las mínimas diarias calculada entre los años 2025 y 2050 (escenarios A2 y B2) respecto del promedio del periodo 1961-1990.

Por tanto, se puede concluir a tenor de las observaciones realizadas, que tanto para el escenario A2 como para el B2, el proceso de calentamiento será progresivo y más intenso en el primer cuarto de siglo que en el segundo. En este último periodo, 2025-2050, en los terrenos en los que se incremente la temperatura, ésta lo hará hasta en 1 °C existiendo localizaciones con un ligero enfriamiento respecto de 2025, de hasta 1 °C. En general, el incremento de las temperaturas máximas será superior al de las temperaturas mínimas, lo que determina un incremento de la amplitud térmica.

Considerando el conjunto de las 149 estaciones termométricas analizadas, en promedio, el incremento térmico registrado bajo el escenario A2 será de 1,82 °C en 2025 y de 2,59 °C en 2050 (Tabla 2.2). Bajo el escenario B2, el ascenso de temperatura será de 1,38 °C en 2025 y de 1,94 °C en 2050. Entre 2025 y 2050, el incremento promedio bajo el escenario A2 será de 0,77 °C, mientras que bajo el escenario B2 de 0,56 °C.

Tabla 2.2. Valores estadísticos singulares relativos a la media de las temperaturas mínimas diarias (° C) para los distintos escenarios y horizontes temporales analizados.

Temperatura mínima diaria	1961-1990	2025 (A2)	2025(B2)	2050 (A2)	2050(B2)
Mínimo	5,50 °C	7,34 °C	6,86 °C	8,00 °C	6,46 °C
Máximo	13,10 °C	15,37 °C	14,96 °C	17,20 °C	15,49 °C
Promedio	10,67 °C	12,49 °C	12,05 °C	13,26 °C	12,61 °C
Mediana	10,86 °C	12,58 °C	12,20 °C	13,48 °C	12,77 °C

En 2025 en el escenario A2, los aumentos de las medias de las temperaturas mínimas que se han proyectado, oscilarán entre 1,13 °C y 3,62 °C, con un incremento medio de 1,82 °C; en 2050 oscilará entre 0,68 °C y 8,71 °C respecto al periodo 1961-1990, con un incremento medio de 2,59 °C. En el escenario B2 en 2025, se experimentará un aumento de temperatura que oscilará entre 0,57 °C y 3,85 °C respecto al periodo 1961-1990, con incrementos medios de 1,38 °C. En 2050, las variaciones irán entre un descenso de 2,03 °C y un incremento de 2,46 °C, con una variación media de 1,94 °C.

En el periodo 1961-1990, la curva de distribución de frecuencias de las temperaturas mínimas en los distintos periodos temporales está centrada en torno a los 10 °C y 12 °C, siendo inferiores al 5% el número de estaciones con temperaturas medias de las mínimas inferiores a 8 °C y superiores a 13 °C (Gráfico 2.12).

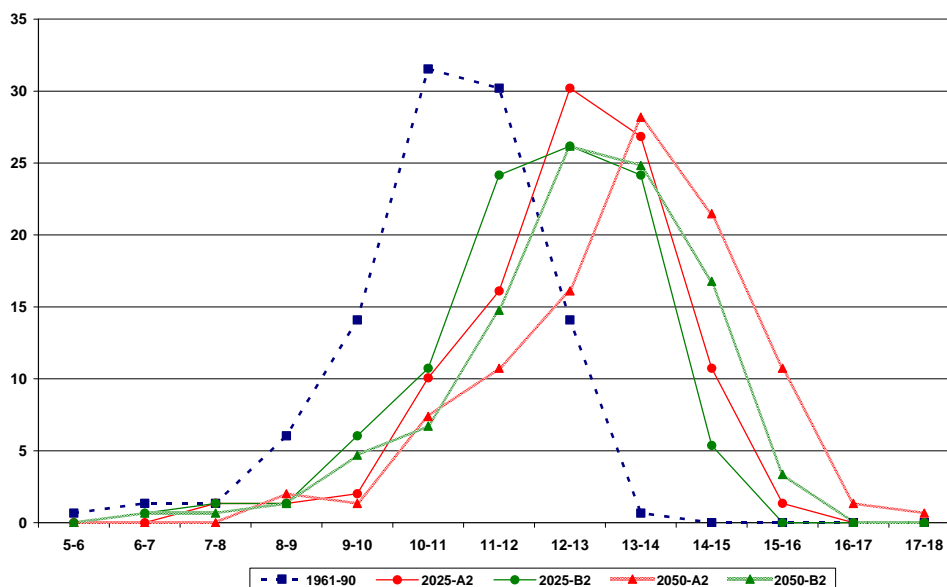


Gráfico 2.12. Distribución porcentual de las estaciones termométricas en función del valor de la media de la temperatura de las mínimas diarias (°C) para los distintos escenarios analizados.

Esta curva de distribución se desplaza lateralmente hacia rangos térmicos mayores tanto en 2025 como en 2050. Así, en el año 2025 bajo el escenario A2 está centrada en el rango entre 12 °C-14 °C, y lo mismo sucede para el año 2050 bajo el escenario B2. El desplazamiento será hasta los 11 °C-14 °C en 2025 en el escenario B2, y hasta los 13 °C y 14 °C en 2050 en el escenario A2, suponiendo más de un tercio de las estaciones analizadas. En todas las curvas de distribución hay menos del 5% de las estaciones que registren medias de las mínimas por debajo de 9 °C o por encima de los 15 °C, lo que en conjunto supone un incremento neto de 2 °C en las temperaturas registradas en las estaciones termométricas. En el caso de 2050, bajo el escenario A2, este incremento puede situarse en los 3 °C aproximadamente.

Por estaciones meteorológicas, para el año 2025 en el escenario A2, el mayor aumento de las medias de las temperaturas máximas corresponderá a la estación de Alcántara E3542A con un aumento térmico de 3,62 °C respecto al periodo 1961-1990. El menor aumento corresponderá a la estación E4374E, ubicada en el municipio de Guareña, con un incremento de 1,13 °C.

También en el escenario A2, para 2050, el mayor aumento de las máximas respecto al periodo 1961-1990 corresponderá a la estación de Alcántara E3542A, con un aumento de 8,71 °C respecto al periodo 1961-1990; mientras que el menor aumento se dará en la estación E4489, sito en el municipio de Cheles (comarca de Olivenza), con un aumento de 0,68 °C. Estas dos estaciones son las mismas que para el análisis de las temperaturas máximas.

En el escenario B2 en 2025, el mayor aumento de las medias de las temperaturas máximas respecto al periodo 1961-1990 corresponderá también a la estación de Alcántara E3542A, alcanzando el valor de 3,85 °C. El menor aumento que corresponde a un valor de 0,57 °C, para el escenario B2 en el año 2025, se dará en las estaciones de Guareña (E4374E), situada en la comarca de Tierra de Mérida. Estas dos estaciones son las mismas que para el análisis de las temperaturas máximas. Bajo el escenario B2 y en el año 2050, el mayor aumento de las máximas respecto al periodo 1961-1990 corresponderá a la estación de E3519, ubicada en Plasencia, con un valor de 2,46 °C. En el otro extremo, en la estación de Alcántara (E3542A) se dará un ascenso térmico de 2,03 °C.

## 2.4.2. Cambio en la precipitación anual en 2025 Y 2050 respecto al periodo 1961-1990

- **Cambio en la precipitación media anual bajo los escenarios A2 y B2 respecto al periodo 1961-1990**

Las proyecciones regionales del clima muestran unas situaciones distintas según los diferentes escenarios de emisiones (A2 y B2) (Gráfico 2.13). Además, en cada una de las situaciones correspondientes a los diferentes escenarios y horizontes temporales, se producen resultados considerablemente heterogéneos espacialmente, con aumentos y descensos de las precipitaciones significativamente diferentes entre unas zonas y otras de la Comunidad Autónoma.

En 2025, bajo el escenario A2, se producirá una ligera disminución en las precipitaciones anuales para el conjunto del territorio autonómico, del orden de 50 mm. Esta disminución será algo más intensa en el Valle del Jerte, donde se alcanzarán localizaciones con reducciones de hasta 100 mm. Por su parte, en las zonas pacenses limítrofes con Andalucía y Castilla-La Mancha, se registrará un ligero incremento, hasta 50 mm, en el balance anual. En 2050, bajo el mismo escenario, se prevé una importante reducción de las precipitaciones anuales en todo el territorio extremeño, que sigue el patrón espacial descrito en el apartado de precipitaciones. A saber, reducciones muy importantes, de hasta 350 mm, en las zonas más lluviosas (Valle del Jerte, sierras de Gata, de la Peña de Francia y de Santa Olalla, Zonas I y III) y más suaves en las zonas con menores precipitaciones anuales en el periodo climático de referencia; esto es, las comarcas del centro y sureste: Mérida, Tierra de Barros, Don Benito, Campiña Sur y La Serena.

En estas zonas las reducciones de precipitación anual serán de unos 100 mm. En el resto de las comarcas no mencionadas, fundamentalmente en la provincia de Cáceres y comarca de Olivenza y Jerez de los Caballeros (Zonas VI y XI), la reducción en las precipitaciones alcanzará los 150 mm. Hay que resaltar por tanto que, bajo el escenario A2, en el segundo cuarto de siglo serán más fuertes las reducciones en las precipitaciones.

El escenario B2 ha de interpretarse en términos de una reducción drástica de las lluvias en el primer cuarto de siglo, y con un restablecimiento del régimen a partir del año 2025 y hasta 2050 (Gráfico 2.13). Las reducciones oscilan según la zona entre 200 y 500 mm anuales en 2025, y con incrementos de entre 100 y 600 mm en el periodo comprendido entre los años 2025 y 2050. En términos absolutos, las zonas de mayor reducción de las precipitaciones serán las zonas montañosas del norte de Cáceres y Macizo de Villuercas (Zonas I, III y V). Estas mismas zonas registrarán los incrementos más importantes entre 2025 y 2050. Por su parte, la zona central y sureste de la provincia de Badajoz presentarán una oscilación más pequeña, con pérdidas de hasta 200 mm, en el primer tramo de siglo y ganancias de hasta 150 mm en la segunda parte.

Considerando el conjunto de las 337 estaciones pluviométricas analizadas, en promedio, el decremento pluviométrico registrado en el año 2025 bajo el escenario A2 será de 25 mm, y de 116 mm para el año 2050 (Tabla 2.3). Bajo el escenario B2, para 2025 será de 249 mm, mientras que se registrará un ligero incremento de 10 mm en el año 2050. En el periodo comprendido entre los años 2025 y 2050, la reducción promedio bajo el escenario A2 será de 91 mm, mientras que en el escenario B2 se dará un incremento de 259 mm.

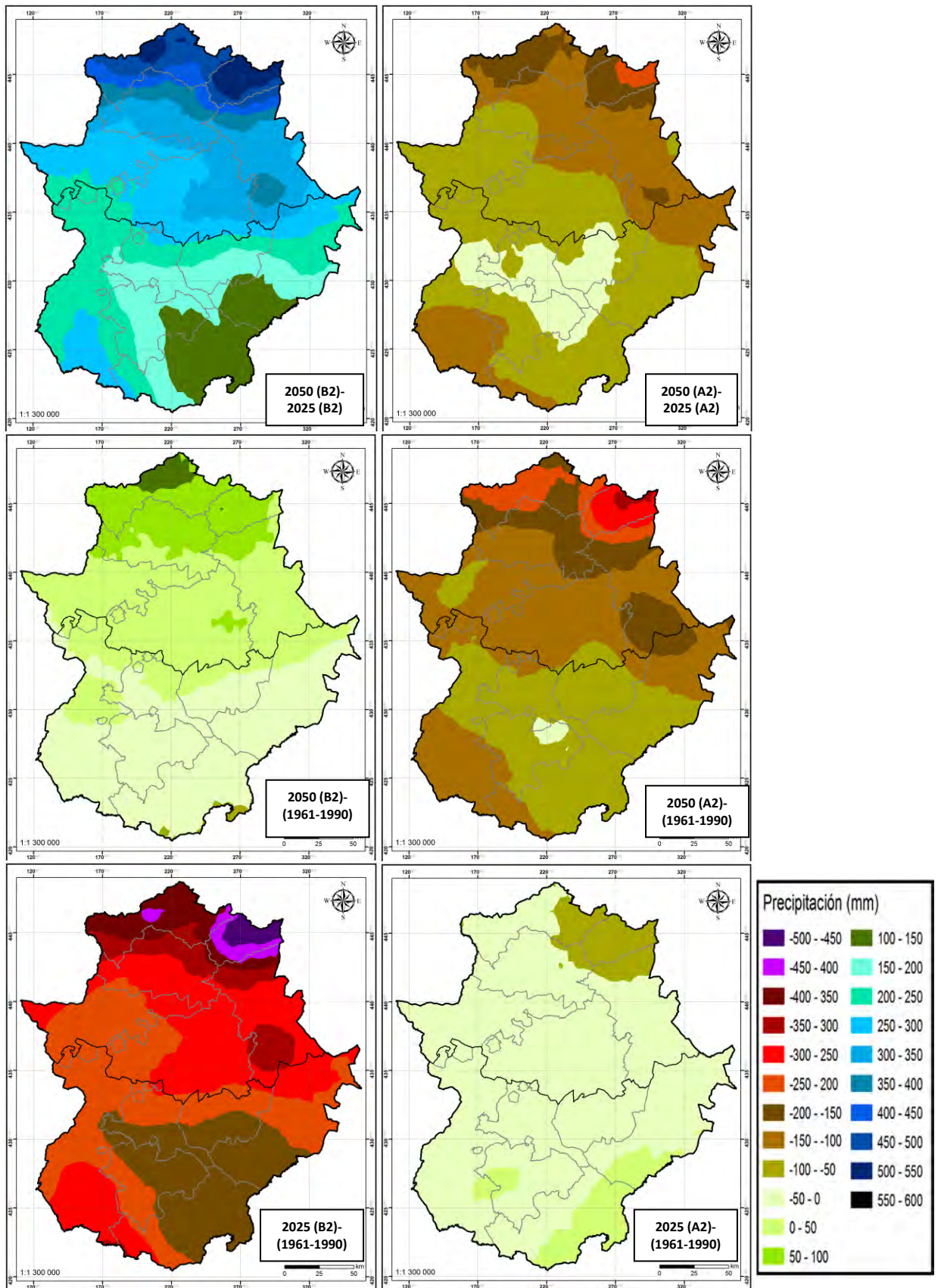


Gráfico 2.13. Variación de la precipitación acumulada anual calculada entre los años 2025 y 2050 (escenarios A2 y B2) respecto del promedio del periodo 1961-1990.

Bajo el escenario A2 en 2025, las variaciones de las precipitaciones anuales que se han proyectado, oscilarán entre una reducción de 189 mm y un incremento de 98 mm, obteniéndose una reducción media de 25 mm, oscilando para el año 2050 entre valores menores de 532 mm y valores mayores a 56 mm, con una reducción media de 115 mm respecto al periodo 1961-1990. Bajo el escenario B2 en 2025, se experimentará un descenso generalizado en las precipitaciones anuales que oscilarán entre 89 mm y 723 mm respecto del periodo 1961-1990, con una reducción promedio de 249 mm. En 2050, las variaciones estarán comprendidas entre un descenso de 110 mm y un incremento medio de 10 mm.

**Tabla 2.3. Valores estadísticos singulares relativos a la precipitación acumulada anual (mm) para los distintos escenarios y horizontes temporales analizados.**

Precipitación acumulada anual	1961-1990	2025 (A2)	2025 (B2)	2050 (A2)	2050 (B2)
<b>Mínimo</b>	281 mm	262 mm	122 mm	210 mm	239 mm
<b>Máximo</b>	1.422 mm	1.456 mm	635 mm	937 mm	1.447 mm
<b>Promedio</b>	480 mm	455 mm	231 mm	364 mm	490 mm
<b>Mediana</b>	430 mm	416 mm	207 mm	342 mm	446 mm

Por estaciones meteorológicas, en el escenario A2 en 2025, la mayor reducción de las precipitaciones anuales corresponderá a la estación de Tornavacas E3514A con un descenso pluviométrico respecto al periodo 1961-1990 de 189 mm. Por el contrario, el mayor aumento corresponderá a la estación E4257, ubicada en el municipio de Granja de Torrehermosa en la comarca de Campiña Sur, con un aumento de 98 mm.

También en el escenario A2, para el año 2050, la mayor disminución en las precipitaciones anuales se dará en la estación de Tornavacas, en el Jerte (E3514A), con una reducción de 532 mm respecto al periodo 1961-1990, mientras que el mayor incremento corresponderá a la estación E4454E, en el municipio de Villar del Rey (comarca de Badajoz), con un aumento de 56 mm.

En el escenario B2, en 2025, la mayor reducción en las precipitaciones anuales se dará también en la estación de Tornavacas (E3514A), con una reducción de 723 mm respecto al periodo 1961-1990; mientras que la menor reducción, sin que ello implique registros de incrementos, corresponderá a la de 89 mm respecto del periodo de referencia.

Bajo el escenario B2, en 2050, el decremento en el valor de las precipitaciones anuales se dará en la estación E4489, ubicada en el municipio de Cheles en la comarca de Olivenza con una reducción de 110 mm respecto al periodo 1961-1990; mientras que el mayor incremento corresponderá a la estación E3532, sita en el municipio de Hernán Pérez de la comarca cacereña de Sierra de Gata, que registrará un incremento de 251 mm anuales respecto del periodo de referencia.

En definitiva, el análisis de las precipitaciones en el territorio extremeño a partir de las predicciones realizadas por AEMet para los años 2025 y 2050 permite concluir que:

- Existe una diferencia muy sustancial entre el escenario A2 y B2. En el A2, se producirá un progresivo decrecimiento de las precipitaciones a lo largo del siglo XXI, siendo la reducción del 5% en el periodo 1990-2025 y del 24% en 2050 respecto del periodo 1961-1990. Entre 2025 y 2050, la reducción será del 20%. Por su parte, en el escenario B2, se producirá un descenso muy fuerte en las precipitaciones hasta 2025, cercano al 52% en promedio, y una recuperación de las mismas hasta valores próximos a los registrados en el periodo de referencia.
- Partiendo de las importantes diferencias previstas en el régimen de precipitaciones en Extremadura bajo los dos escenarios analizados, será recomendable ir actualizando las proyecciones, conforme se vaya disponiendo de nuevas predicciones o de nuevos modelos. Esto restringirá el nivel de incertidumbre, facilitando los trabajos de evaluación del impacto y vulnerabilidad.
- En términos generales, las zonas de mayor altitud son las que más cambio sufrirán en su régimen de precipitaciones, mientras que las zonas de llanura son más estables, a pesar de recibir menos precipitación.
- Esta disminución de la precipitación va ligada a un significativo aumento de las temperaturas, lo que generará graves problemas de aridez.

## 2.5. Proyecciones regionalizadas de los periodos 2011-2040 y 2041-2070: cambios de temperaturas y precipitación

Los escenarios climáticos analizados hasta el momento, se han centrado en dos momentos puntuales del siglo XXI, los años 2025 y 2050. Con objeto de contrastar las observaciones realizadas y determinar el grado de representatividad de lo previsto para los años 2025 y 2050 en un contexto temporal más amplio, se han cartografiado los valores promedio tanto de temperatura -máximas y mínimas diarias- como de precipitación para los escenarios de emisiones A2 y B2, considerando periodos temporales de tres décadas (Gráficos 2.14, 2.15 y 2.16). En concreto se han utilizado los periodos climáticos de treinta años comprendidos entre el año 2011 y el 2040, por un lado, y el 2041 y el 2070, por otro. Éstos están definidos por la AEMet en su proyecto de generación de escenarios climáticos regionalizados (Brunet *et al.*, 2008).

Análogamente a lo elaborado hasta ahora, han sido analizadas las diferencias en las variables termopluviométricas entre los nuevos periodos temporales y el periodo de referencia (1961-1990) (Gráficos 2.17, 2.18 y 2.19).

### 2.5.1. Media anual de las temperaturas máximas diarias

En términos generales, los patrones observados para los años 2025 y 2050 se repiten en los nuevos rangos temporales. Es decir, se prevé un calentamiento generalizado en todo el territorio extremeño, siendo éste más vigoroso bajo el escenario de emisiones A2 que bajo el B2 (Gráfico 2.14).

En el periodo 2011-2040, los valores de temperaturas máximas se situarán en el rango entre los 26 °C y los 27 °C, siendo el rango mínimo el comprendido entre los 24 °C y 25 °C. Este último coincide con el valor máximo del periodo de referencia 1961-1990. En esta primera mitad de siglo, los resultados previstos tanto para el escenario A2 como para el B2 son muy similares entre sí, y muy parecidos a las previsiones para el año 2025. Se puede por tanto considerar, que para las temperaturas máximas anuales, a efectos estadísticos, el año 2025 es representativo de la serie 2011-2040. El valor más alto de temperatura máxima anual presentado por una estación meteorológica corresponderá a la E3540E, ubicada en Zarza la Mayor (Zona Rural II), con 30,3 °C bajo el escenario A2. Se trata de la misma estación que en 2025.

En el periodo 2041-2070, se prevé que el área afectada por incrementos de temperatura será mayor bajo el escenario A2 que bajo el escenario B2. Las Zonas Rurales IX, X, XII y buena parte de las VI y XI tendrán un valor de temperatura máxima anual un grado inferior bajo el escenario B2 que bajo el A2. Bajo ambos escenarios, el rango más alto de temperatura el comprendido entre los 28 °C y los 29°C, y el mínimo será el de los 26 °C-27 °C. Respecto a 2050, en este periodo las temperaturas máximas serán superiores en buena parte de la provincia de Badajoz, especialmente bajo el escenario B2. Esto se puede deber principalmente a que más allá de 2050, se producirá un calentamiento generalizado, lo que inducirá a un aumento del valor promedio de la temperatura del periodo. Así, se puede considerar que las previsiones de temperatura máxima para 2050 serán más frescas, en torno a 1 °C, que las del periodo promedio 2041-2070. El valor más alto de temperatura máxima anual presentado por una estación meteorológica corresponde de nuevo a la E3540E, situada en Zarza la Mayor con 32,3 °C en el escenario A2.

La distribución territorial de los distintos valores de temperatura coincide con lo descrito con anterioridad para los años 2025 y 2050. Es decir, las Zonas Rurales I, III y V, que son las más montañosas, permanecerán más frescas que en el resto de las Zonas Rurales.

En el primer cuarto de siglo, esto es, entre los años 2011 y 2040, el calentamiento será de mayor envergadura que entre los años 2041 y 2070 (Gráfico 2.17). Así, se prevé un calentamiento de entre 2 °C y 3 °C en el periodo promedio 2011-2040, y de 1,5 °C a 2,5 °C en el periodo 2041-2070, bajo el escenario A2, siendo de 0,5 °C a 2 °C en el escenario B2. Las zonas donde se registrarán mayores incrementos de las máximas son la I, IV, IX y XII. Respecto del periodo climático de referencia 1961-1990, el incremento promedio de las temperaturas en el periodo 2041-2070 será de 4,5 °C bajo el escenario A2 y de 4 °C, bajo el escenario B2.

### 2.5.2. Media anual de las temperaturas mínimas diarias

Referente a las temperaturas mínimas, las observaciones realizadas para el año 2025 son válidas para el periodo 2011-2040 puesto que se prevé una distribución similar de las temperaturas mínimas en el territorio de Extremadura. El calentamiento será generalizado en todas las zonas, aunque por lo general más reducido que en las máximas, siendo especialmente fuerte en las zonas orientales de la provincia de Badajoz (IX y XII) (Gráfico 2.15). En el periodo 2011-2040, los valores de temperatura mínima alcanzarán el rango de 13 °C a 14 °C, siendo la distribución mínima entre 10 °C y 11 °C. Este último coincide con el valor máximo del periodo de referencia 1961-1990. En esta primera mitad de siglo, los resultados previstos tanto para el escenario A2 como para el B2 son muy similares entre sí y muy parecidos a las previsiones para el año 2025. Se puede por tanto considerar, que para las temperaturas mínimas anuales, a efectos estadísticos, el año 2025 es representativo de la serie 2011-2041. El valor más alto de temperatura mínima anual presentado por una estación meteorológica corresponderá a la E4311, ubicada en Peñalsordo (Zonas Rurales IX), con 15,2 °C en el escenario A2. Se trata, por tanto, de la misma estación que en 2025.

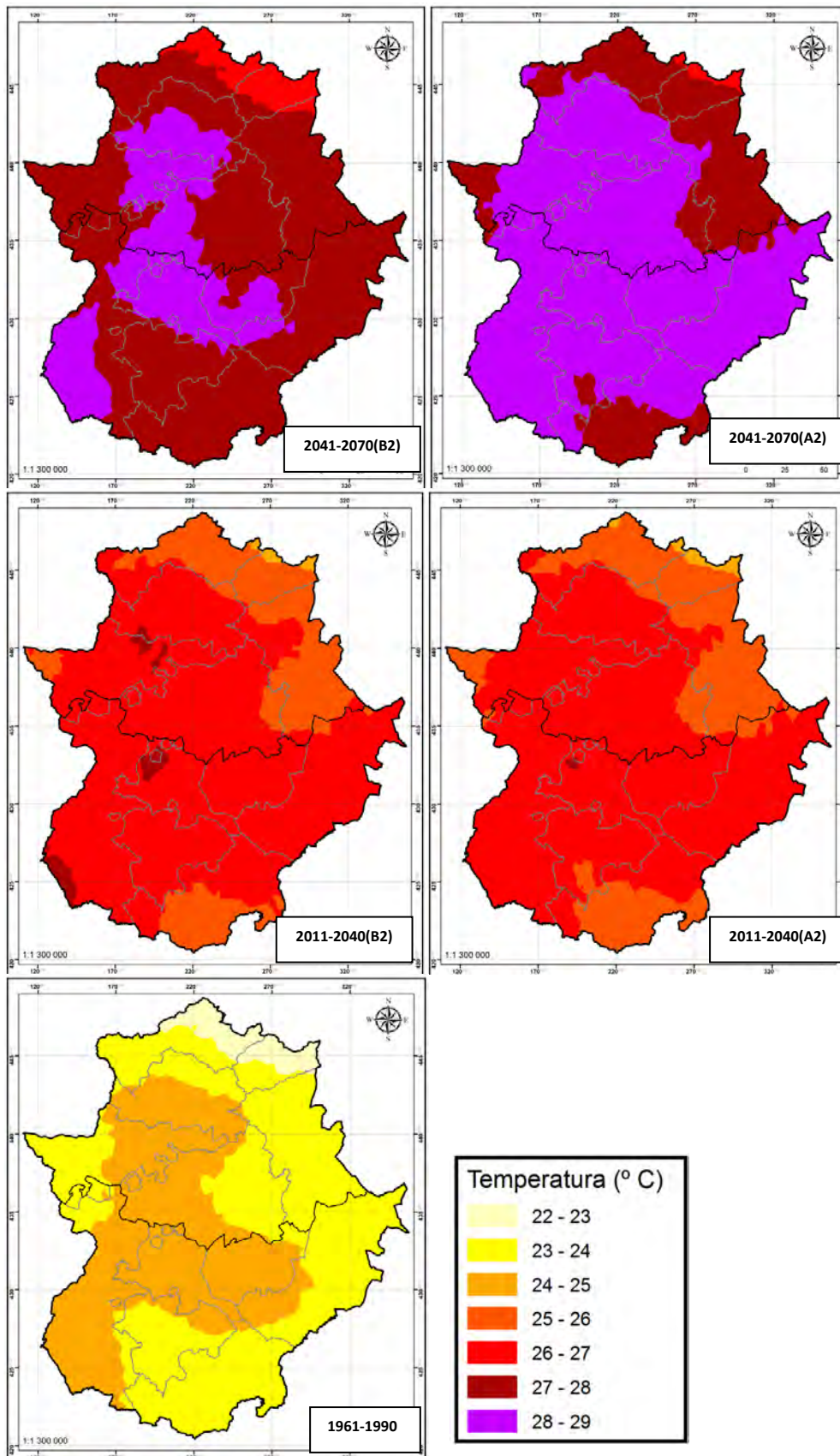


Gráfico 2.14. Medias anuales de las temperaturas máximas diarias en los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070 (escenarios A2 y B2).



En el periodo 2041-2070, una mayor proporción de Extremadura alcanzará temperaturas más altas en las predicciones basadas en el escenario A2 que en el B2. Las Zonas Rurales II, IV, VIII y X tendrán un valor de temperatura mínima anual un grado inferior bajo el escenario B2 que bajo el A2. Bajo ambos escenarios, el rango más alto de temperatura es el comprendido entre 14 °C y 15 °C y el mínimo entre 12 °C y 13 °C. Respecto al año 2050, las temperaturas mínimas serán superiores en buena parte de la provincia de Badajoz, especialmente bajo el escenario B2. Esto se puede deber principalmente a que más allá de 2050, se producirá un calentamiento generalizado, lo que inducirá a un aumento del valor promedio de la temperatura del periodo. Así, se puede considerar que las previsiones de temperatura máxima para 2050 serán más frescas, del orden de 1 °C, que las del periodo promedio 2041-2070. El valor más alto de temperatura máxima anual presentado por una estación meteorológica corresponde de nuevo a la E4311, con 16,8 °C bajo el escenario A2.

La distribución territorial de los distintos valores de temperatura coincide con lo descrito con anterioridad para los años 2025 y 2050. Es decir, las Zonas Rurales I, III y V, que son las más montañosas, permanecerán más frescas que las Zonas Rurales centrales II, IV, VI, IX, X y XI.

En el primer cuarto de siglo, esto es, entre los años 2011 y 2040, el calentamiento, será de mayor envergadura que entre los años 2041 y 2070 (Gráfico 2.18). Así, se prevé un calentamiento de entre 1,5 °C y 2 °C en el periodo promedio 2011-2040 y de 1 °C a 2 °C en el periodo 2041-2070, bajo el escenario A2, en el escenario B2 el rango estará comprendido entre 0,5 °C y 1,5 °C. Las zonas donde se registrarán mayores incrementos de las mínimas en el escenario A2, son la provincia de Cáceres y las zonas occidentales de Badajoz, y las Zonas Rurales VI, IX y XII bajo el escenario B2. Respecto del periodo climático de referencia 1961-1990, el ascenso promedio de las temperaturas en el periodo 2041-2070 será de 3 °C bajo el escenario A2 y de 2,5 °C, bajo el escenario B2. Esto determinará, por tanto, un incremento de la amplitud térmica en Extremadura.

### 2.5.3. Media de la precipitación anual acumulada

De modo análogo que en el caso de las temperaturas máximas y mínimas, se ha evaluado la evolución de las precipitaciones acumuladas anuales para los promedios de los periodos 2011-2040 y 2041-2070 (Gráfico 2.16)

En términos generales, se puede diferenciar el comportamiento previsto bajo el escenario A2 del previsto bajo el escenario B2. Mientras que para el primero, las observaciones son acordes a lo comentado anteriormente tanto para el año 2025 como para el 2050, para el segundo escenario se encuentran diferencias sustanciales. Tanto para el periodo 2011-2040 como para el periodo comprendido entre 2041-2070, bajo el escenario A2, se prevé una reducción de las precipitaciones del mismo nivel que las señaladas para los años 2025 y 2050. La distribución espacial será también análoga, siendo la reducción especialmente patente en las regiones montañosas de Extremadura (Zonas I, II, III y V). El descenso de las precipitaciones será también más fuerte en el primer periodo del siglo, siendo casi nula en el periodo 2041-2070.

Por el contrario, bajo el escenario de emisiones B2, en el periodo 2011-2040, se prevé un comportamiento en las precipitaciones anuales similar al proyectado para el escenario A2 y muy diferente al mostrado para 2025. No se producirá un decremento superior a 100 mm de las precipitaciones anuales. Es decir, que según las predicciones, el año 2025 será muy seco respecto al promedio del periodo 2011-2040. La comparación con el periodo 2041-2070, resulta por lo tanto también muy diferente, pues entre estos periodos, no aumentará drásticamente la precipitación, sino que seguirán una tendencia muy leve al alza.

En el periodo 2011-2040, los valores de precipitación anual oscilarán entre los más de 500 mm en las Zonas I, III y V y los 300 mm en la franja central de la provincia de Badajoz. El territorio más xérico será por tanto el mismo que el que corresponde al periodo de referencia 1961-1990. En promedio para todas las estaciones pluviométricas consideradas, el valor de la precipitación anual será del orden de 55 mm inferior en el periodo 2011-2040 que en el año 2025, bajo el escenario A2 y 160 mm superior en el escenario B2.

En el periodo 2041-2070 se registrará un descenso en las precipitaciones más acusado, en términos generales, en el escenario A2 que bajo el escenario B2. Se generarán zonas con lluvias anuales inferiores a los 250 mm, correspondientes a las Zonas Rurales VI, VII, X, XI y XII, bajo A2, y a las Zonas Rurales XI y XII en el escenario B2. Las zonas montañosas de las Zonas Rurales I, III y V seguirán siendo las más lluviosas. En promedio, para todas las estaciones pluviométricas consideradas, el valor de la precipitación anual será del orden de 7 mm inferior en el periodo 2041-2070 con respecto al año 2050, bajo el escenario A2 y de 94 mm inferior bajo el escenario B2.

En el primer cuarto de siglo, esto es, entre los años 2011 y 2040, la variación de las precipitaciones anuales, será de mayor envergadura que entre los años 2041 y 2070 (Gráfico 2.19). De este modo, se prevé una reducción de entre 50 y 200 mm en el periodo promedio 2011-2040, y de 0 a 100 mm en el periodo 2041-2070 referido al escenario A2, y un incremento de hasta 50 mm en el escenario B2. Las zonas donde se registrarán mayores reducciones en las precipitaciones se sitúan en el Valle del Jerte (Zona III), Sierra de Gata (Zona I) y las Villuercas (Zona V).

En definitiva, el resultado de analizar el comportamiento promedio de las variables termopluviométricas en periodos temporales largos es útil, pues permite poner de manifiesto las particularidades que se pueden dar en un año en concreto. En el caso analizado, el año 2025 parece que será especialmente seco bajo el escenario de emisiones B2, por lo que los estudios sectoriales de impacto y adaptación posteriores deberán tener en cuenta el promedio climático 2011-2041.

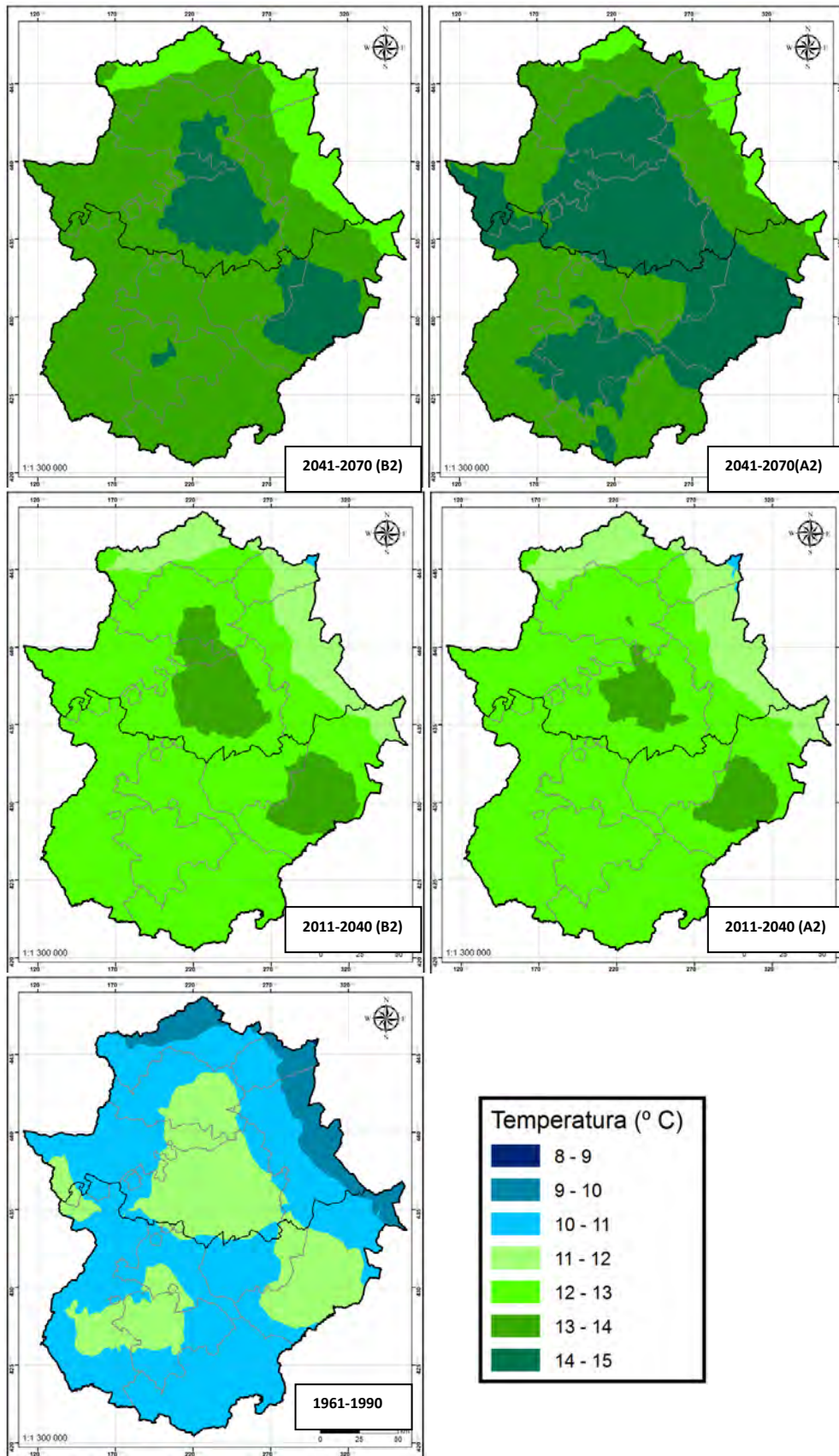


Gráfico 2.15. Medias anuales de las temperaturas diarias en los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070 (escenarios A2 y B2).

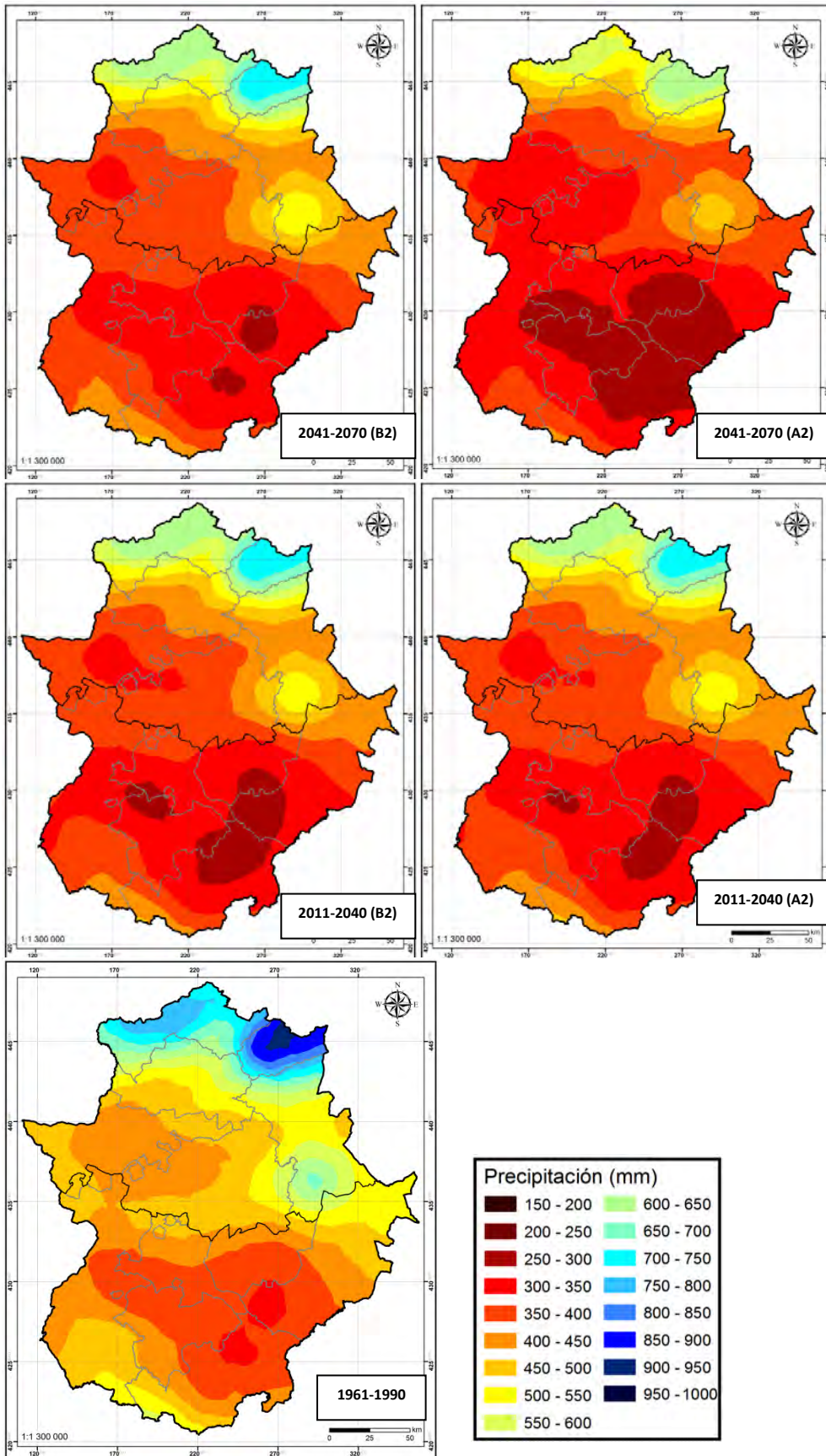


Gráfico 2.16 .Precipitación acumulada anual promedio de los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070 (escenarios A2 y B2).

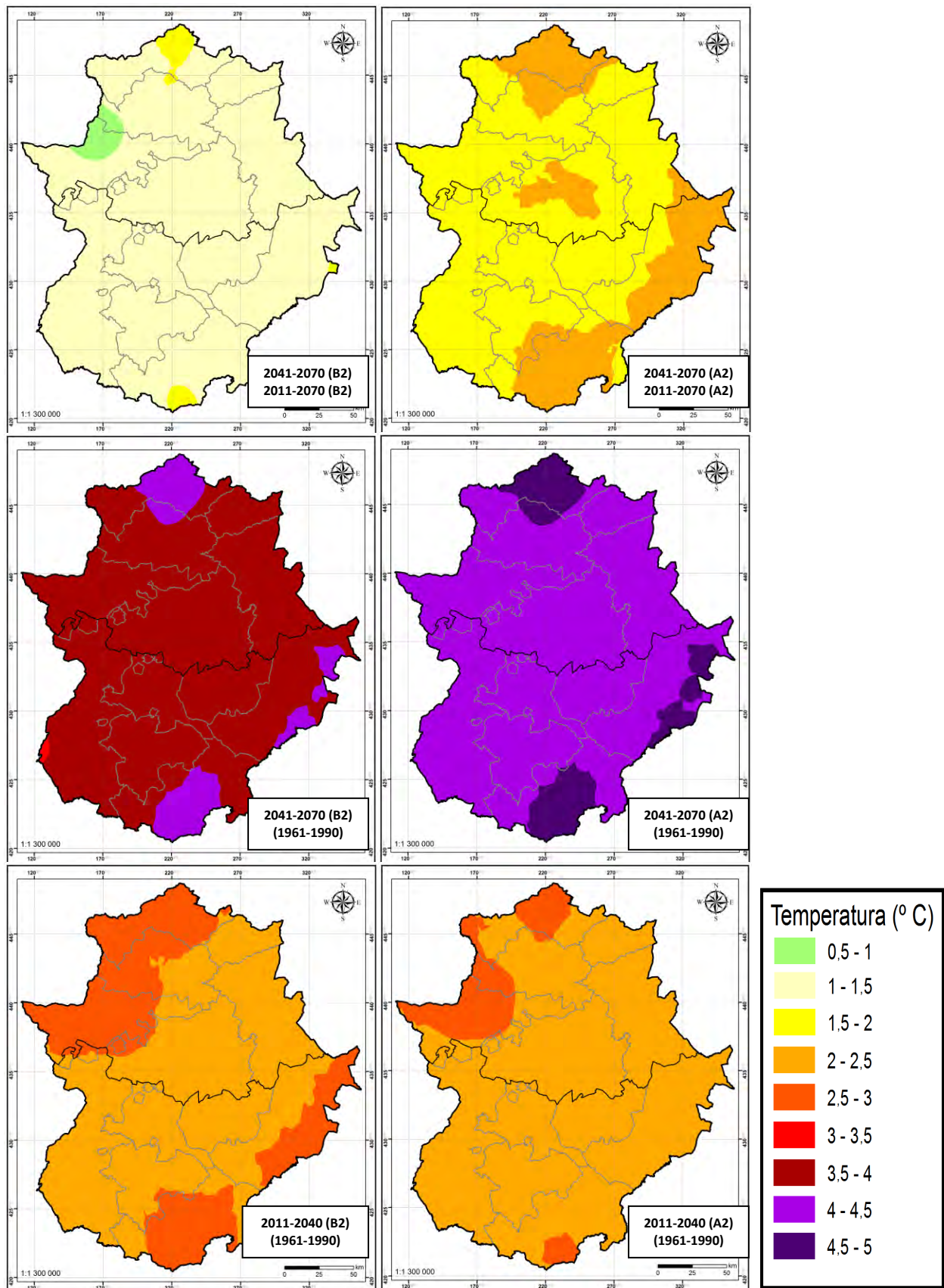


Gráfico 2.17. Aumento de la temperatura media anual de las máximas diarias calculada entre los promedios de los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070 (escenarios A2 y B2).

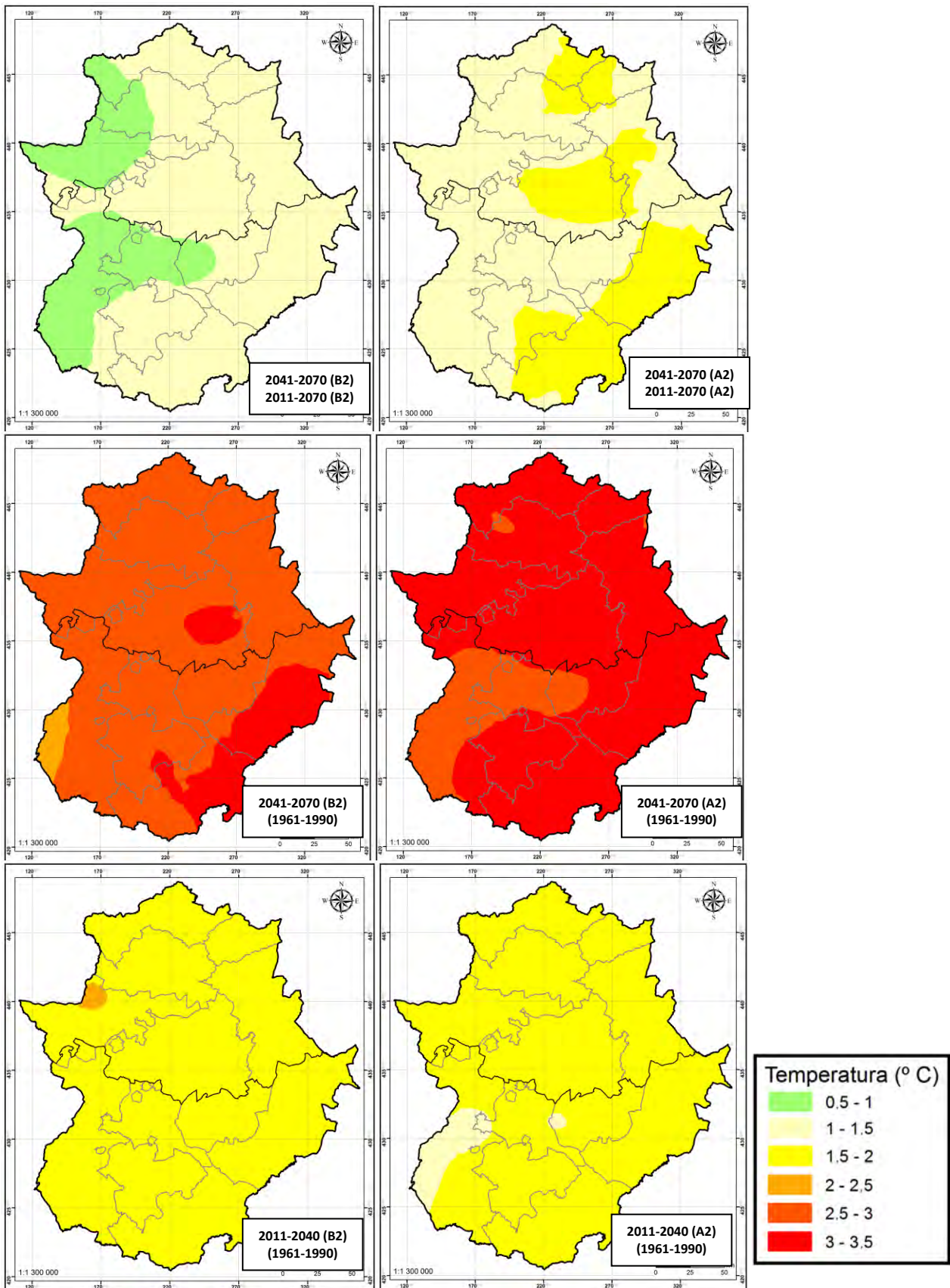


Gráfico 2.18. Aumento de la temperatura media anual de las mínimas diarias calculadas entre los promedios de los periodos 1961-1990, 2011-20402 y 2041-20720 (escenarios A2 y B2).

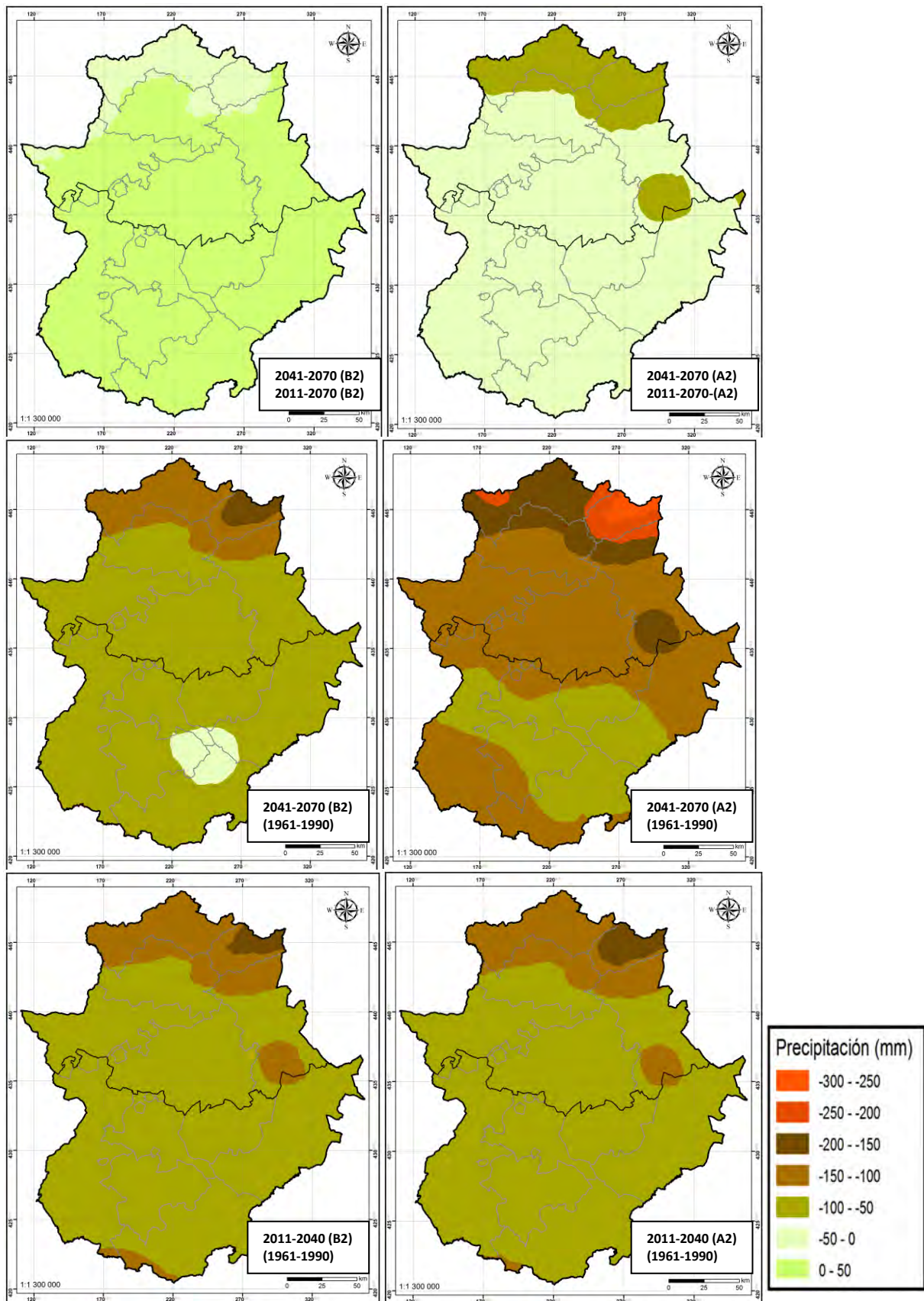


Gráfico 2.19. Variación de la precipitación acumulada anual calculada entre los promedios de los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070 (escenarios A2 y B2).

### 3. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR GANADERO

El sector ganadero de la Comunidad Autónoma de Extremadura tiene gran importancia en la economía regional, no sólo como generador de empleo sino como fuente de ingresos procedentes de la exportación de los productos generados. La relevancia del sector ganadero en la Comunidad hace necesario un análisis específico pormenorizado de los impactos que el cambio climático podría producir a nivel regional.

Están previstos el aumento de las temperaturas y la variación en los ciclos de precipitaciones; esto a su vez influirá en la disponibilidad de los recursos hídricos y, por lo tanto, en el abastecimiento de agua, tanto para el consumo de personas y ganado, como para el riego de los cultivos. La falta de recursos hídricos provocará importantes restricciones en el suministro de alimentos, que afectará de manera más directa a las personas con menos recursos. Por tanto, el cambio climático tendrá importantes repercusiones ambientales, económicas y sociales que se dejarán sentir, con más dureza en algunas regiones y sectores.

A nivel mundial, la falta de estabilidad de la producción agrícola y ganadera provocará graves consecuencias para la seguridad alimentaria, influyendo de manera decisiva en la variabilidad de los precios y en las alteraciones de los flujos comerciales. La falta de estabilidad hará que aumente la población amenazada, por hambrunas a nivel mundial, a la vez que amplificará las desigualdades regionales.

Además, las variaciones climáticas tendrán efectos en la prevalencia de plagas y enfermedades y sobre el estado de los suelos, que provocarán cambios fundamentales en las condiciones de la agricultura y la ganadería. En casos extremos, la degradación de los ecosistemas agrarios podría conducir a la desertización y, por lo tanto, a la pérdida total de la capacidad productiva de las tierras afectadas (Comisión de las Comunidades Europeas, 2009, en adelante Libro Blanco de Adaptación, Anexo Agricultura y zonas rurales, 2009).

La variación climática ocasionará efectos complejos en los procesos biofísicos que sustentan los ecosistemas agrarios, en concreto en el sistema ganadero, y de forma específica en materia de sanidad y bienestar animal y, en relación al suministro de alimentos para el ganado.

Debido a las importantes consecuencias que el cambio climático tendrá sobre el sector ganadero en Extremadura, será necesario planificar un conjunto de medidas que permitan definir actuaciones orientadas a minimizar los impactos negativos previstos, así como identificar y fomentar los impactos positivos que se deriven de esta situación. Para programar con éxito este conjunto de medidas de adaptación es fundamental conocer los impactos, la sensibilidad y la vulnerabilidad del sector ganadero en Extremadura.

A corto plazo, será suficiente desarrollar medidas de adaptación a nivel de las explotaciones ganaderas individuales; sin embargo, a largo plazo se requerirán actuaciones consistentes en cambios tecnológicos y estructurales que estén respaldados por estrategias planificadas basadas en un análisis de la situación local y regional (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Agricultura y Zonas Rurales, 2009).

La política de adaptación al cambio climático debe sustentarse en el hecho de que será más difícil hacer frente a la creciente variabilidad de las condiciones climáticas, que adaptarse de manera progresiva a los cambios graduales de las variables climáticas. Además, será preciso prestar especial atención a la seguridad alimentaria, velando por la estabilidad y elasticidad de la producción y asegurando las rentas agrarias en las regiones más vulnerables, a la vez que se fomente la diversificación de las actividades que puedan desarrollar la población rural y, por lo tanto de las fuentes de ingresos, introduciendo profundos cambios en las estructuras agrarias (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Agricultura y Zonas Rurales, 2009).

La planificación y el asesoramiento para todo el sector ganadero en la Comunidad extremeña son indispensables, habida cuenta de que algunas de las medidas de adaptación a las nuevas condiciones climáticas pueden ser costosas y exigir cuantiosas inversiones por parte de los ganaderos.

El análisis de los impactos del cambio climático sobre el sector ganadero en Extremadura, debe considerar los sistemas de producción animal mayoritarios en la región. Estos se caracterizan por la gran representación de los sistemas extensivos frente a los intensivos. Los sistemas extensivos suponen el 90% de producción ganadera en la región, mientras que a nivel nacional la producción ganadera extensiva representa sólo la cuarta parte de la producción ganadera total española (Programa de Desarrollo Rural de Extremadura FEADER 2007-2013 en adelante *PDR*). En este sentido, presenta especial relevancia, el valor de las dehesas extremeñas en los sistemas de producción ganadera en la región. Las dehesas pueden considerarse como sistemas seminaturales formados por la combinación de bosque mediterráneo de densidad variable que acoge, igualmente con diferente grado de intensidad, ganadería en régimen extensivo, principalmente ganado de tipo ovino, bovino y porcino. Esto sin menoscabo de la presencia de la flora autóctona, capaz de convivir con el ganado doméstico (Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural. 2003, en adelante PFE, 2003).

Los efectos del cambio climático en el sector ganadero va a depender del sistema de explotación, las repercusiones climáticas pueden variar desde los sistemas de explotación ganadera intensivos, donde las condiciones ambientales pueden estar más controladas, a los sistemas de explotación ganadera extensivos, que están fuertemente influenciados por las condiciones

climáticas ya que repercuten sobre los recursos vegetales disponibles para alimentos del ganado. La diferenciación entre régimen extensivo e intensivo va a tener un nivel de impacto distinto. El ganado manejado de forma intensiva va a disponer de alojamientos provistos de sistemas de control ambiental, por lo que será posiblemente más capaz de seguir manteniendo su nivel productivo; no será así para la cabaña ganadera bajo regímenes semiextensivos y/o extensivos, en donde el mayor número de horas al aire libre, con los previsibles aumentos de temperatura y de reducción de pluviometría va a exigir no sólo cambios en el manejo del pastoreo, sino cierta adecuación del ciclo reproductivo-productivo a las modificaciones previstas de la oferta forrajera (consumo a dente en el campo) (Castro et al., 2009).

La ganadería extremeña va a enfrentarse en los próximos años a muchos desafíos, como puede ser la competencia internacional, una mayor liberalización de la política comercial; esto unido a las presiones y dificultades derivadas del cambio climático va a provocar mayores retos en el sector.

En definitiva, las variaciones climáticas van a modificar las condiciones ambientales incidiendo sobre el comportamiento y bienestar de los animales, así como en la oferta de alimento, lo que va a originar ciertas transformaciones en la concepción actual de la explotación ganadera; de ahí surge la necesidad de estudio de los impactos del cambio climático sobre el sector ganadero y, por lo tanto, de la relación entre la ganadería y el cambio climático.

### 3.1. El sector ganadero en Extremadura

El sector primario tiene un peso elevado en la economía extremeña, por encima de la media nacional. Su aportación al **Producto Interior Bruto (PIB)** regional supuso el 11,62% en el año 2008 y el 11,38% en el año 2009. Es significativamente más elevado que la aportación del sector en el total nacional que fue del 3,46% en 2009.

A la importancia del sector agrícola en el conjunto económico extremeño, se debe unir el hecho de que la participación en el PIB regional de la industria transformadora es bastante menor que en el total nacional. Este hecho hace que la estructura productiva de Extremadura difiera notablemente de la española.

También es destacable la estructura sectorial de las empresas que conforman el tejido productivo de la Comunidad, ya que Extremadura se caracteriza por el claro predominio de empresas dedicadas a actividades del sector terciario, pero la aportación al **Valor Añadido Bruto (VAB)** total regional de éstas fue del 68% en el 2009 (Gráfico 3.1), frente al 72% registrado ese mismo año en el conjunto de la nación (Gráfico 3.2).

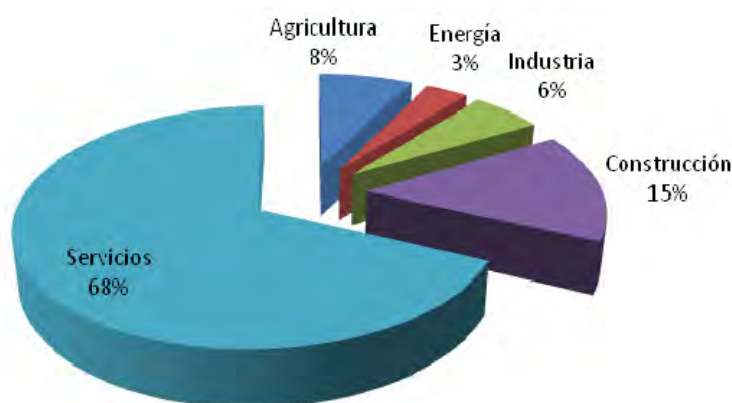


Gráfico 3.1. Estructura sectorial del VAB en Extremadura en el año 2009 (INE, 2010).

Sin embargo, la aportación al VAB total regional de la agricultura fue del 8%, mientras que en España tan sólo representó el 2% y las empresas dedicadas a la construcción aportaron en la Comunidad extremeña el 15% al VAB y a nivel estatal únicamente el 11% (Gráficos 3.1 y 3.2).



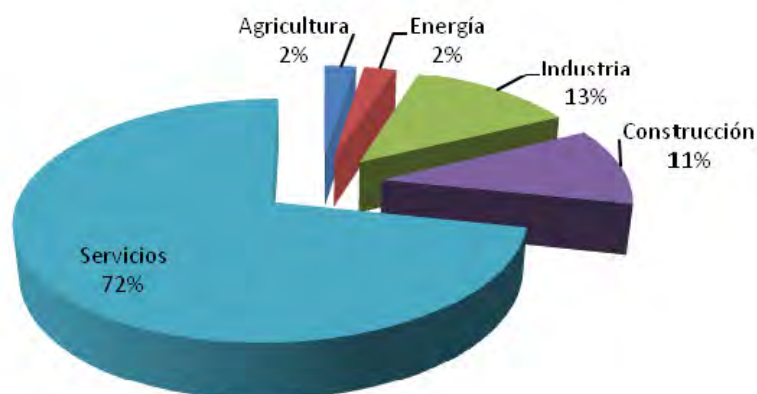


Gráfico 3.2. Estructura sectorial del VAB en España en el año 2009 (INE, 2010).

En relación a los **recursos humanos**, se puede afirmar que ha disminuido levemente el número de trabajadores en el sector ganadero respecto a los últimos años y destaca el alto porcentaje de profesionales agrarios mayores de 55 años, más del 20% en el primer trimestre del 2010 (Gráfico 3.3). Es necesario aumentar el índice de reemplazo por parte de la población joven o de lo contrario, el sector ganadero continuará envejeciendo hasta entrar en riesgo de desaparición.

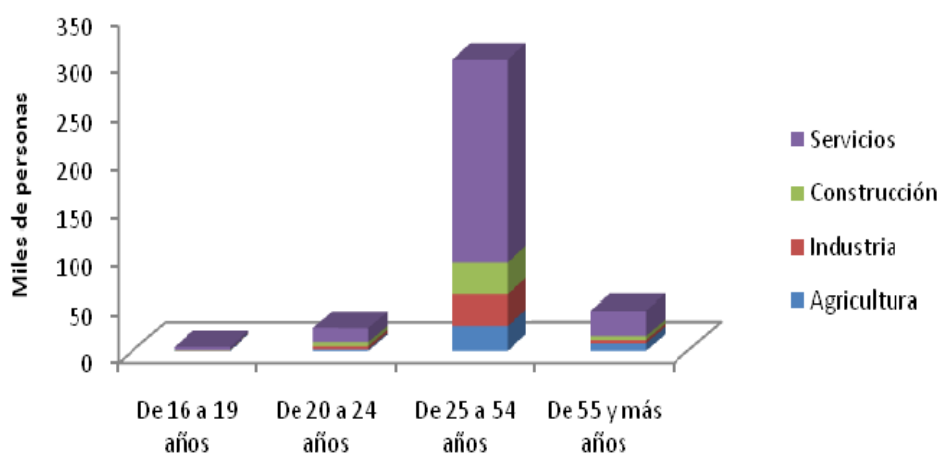


Gráfico 3.3. Población ocupada, en miles de personas, según grupo de edad y sector económico en la Comunidad Autónoma de Extremadura en el primer trimestre del 2010 (INE, 2010).

Destaca también la baja presencia laboral de las mujeres en el sector agrario, en el que la población activa del sexo femenino supuso tan sólo el 5,2% sobre el total de la población activa en Extremadura en el primer trimestre del 2010 (Gráfico 3.4). Esto supone un grave problema añadido para la renovación del sector.

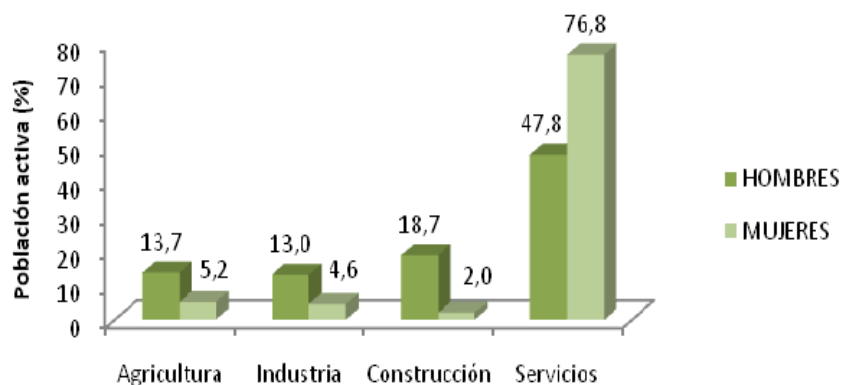


Gráfico 3.4. Distribución porcentual de la población activa en Extremadura por sectores económicos y sexos en el primer trimestre del 2010 (INE, 2010).

Los sistemas extensivos suponen en la Comunidad aproximadamente el 90% de la producción ganadera (*Programa de Desarrollo Rural de Extremadura FEADER 2007-2013*, 2009), esto a su vez, representa más del 40% de la Producción Final Agraria (PFA) extremeña, mientras que en España la producción ganadera extensiva es tan sólo la cuarta parte de la producción ganadera total nacional.

La **Producción Final de la Rama Agraria (Producción Animal)** para la Comunidad de Extremadura fue en el año 2007 de 888,20 millones de euros en valores corrientes, alcanzando dentro de carne y ganado, la cabaña porcina los 345,23 millones, lo cual supone el 38,86% de la Producción Final Animal, convirtiéndola en la más importante de la región en términos económicos (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Producción animal en Extremadura en el año 2007 (Instituto de Estadística de Extremadura, 2010).

PRODUCCIÓN ANIMAL	Valores corrientes a precios básicos en millones de euros	Porcentaje
<b>Carne y Ganado</b>	<b>817,99</b>	<b>92,09%</b>
Bovino	215,23	24,23%
Porcino	345,23	38,86%
Ovino y caprino	188,20	21,18%
Aves	60,53	6,81%
Otros	8,80	0,99%
<b>Productos animales</b>	<b>70,20</b>	<b>7,90%</b>
Leche	30,13	3,39%
Huevos	28,82	3,24%
Lana	3,50	0,39%
Miel y cera	7,76	0,87%
<b>Total</b>	<b>888,20</b>	<b>100</b>

El ganado bovino tiene también una importancia destacada en la producción animal, dentro de carne y ganado, suponiendo el 24,23% del total de la misma, mientras que el ovino y caprino representa el 21,18%.

En la Comunidad extremeña fueron censadas un total de 54.387 **explotaciones ganaderas** en el año 2007 (INE, 2008). Las explotaciones porcinas son las más numerosas, 12.218, seguidas de las avícolas con 11.897 y de las ovinas, 10.169 (Tabla 3.2).

Tabla 3.2. Estructura de las explotaciones agrarias extremeñas en el año 2007 ( INE, 2008).

	Total de explotaciones		Explotaciones con tierras				Explotaciones sin tierras	
	Número de explotaciones	Número de ejemplares	Con SAU (Superficie agraria útil)		Sin SAU (Superficie agraria útil)		Número	Número ejemplares
			Número	Número ejemplares	Número	Número de cabezas		
Bovino	7.397	714.048	7.046	668.957	16	3.413	334	41.679
Ovino	10.169	3.800.106	9.459	3.537.394	11	890	699	261.822
Caprino	3.893	284.159	3.557	217.590	35	3.222	301	63.347
Porcino	12.218	1.637.254	11.801	1.572.240	66	28.629	351	36.385
Equinos	8.211	22.171	7.939	21.146	6	13	265	1.012
Aves	11.897	3.223	11.545	2.727	8	323	344	173
Colmena	602	126.991	602	126.991	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>54.387</b>	<b>6.587.952</b>	<b>51.949</b>	<b>6.147.045</b>	<b>142</b>	<b>36.490</b>	<b>2.294</b>	<b>404.418</b>

El tamaño del sector ganadero en términos de número de cabezas por especie es importante respecto al total de España. El ganado ovino destaca frente al resto de variedades ganaderas con 3.800.106 ejemplares, situando a Extremadura como la segunda Comunidad en cuanto a cifras más elevadas en este tipo de ganado a nivel nacional, tan sólo superada por Castilla y León, con 3,9 millones.

En lo que respecta al ganado bovino, la región extremeña con 714.048 cabezas ocupa la tercera posición, superada por Castilla y León, 1.170.771 y Galicia con 983.433 y representó el 12,4% del total nacional en el año 2007.

La cabaña ganadera porcina ha experimentado un aumento considerable en Extremadura en los últimos años debido al auge del sector del cerdo ibérico. En el año 2007, este tipo de ganado supuso el 7% en cuanto a número de cabezas sobre el total nacional, situando a la región como la cuarta Comunidad española con más cabezas de porcino, tan sólo superada por Cataluña, Aragón, Castilla y León y Andalucía.

Este dato es especialmente relevante al situarse la Comunidad Autónoma de Extremadura como la primera productora nacional de productos ibéricos. En la región existen casi un millón de hectáreas de dehesa que son utilizadas por aproximadamente 1.500 explotaciones ganaderas.

Las principales zonas elaboradoras de jamón de Extremadura están en las sierras del suroeste de la provincia de Badajoz, Ibor y Villuercas, Gredos Sur, Sierra de Montánchez y Sierra de San Pedro. En estas comarcas se encuentran la mayor parte del centenar de industrias elaboradoras inscritas en la Denominación de Origen Dehesa de Extremadura cuya principal diferencia con otras Denominaciones de Origen es que ésta sólo puede abastecerse de animales procedentes de dehesas extremeñas. Las otras denominaciones, sin embargo, tienen la posibilidad de adquirir animales de cualquier dehesa española.

Las explotaciones porcinas y avícolas suponen el mayor porcentaje sobre el total de explotaciones ganaderas en Extremadura, ambas con el 22%, seguidas de las ovinas que suponen el 19% (Gráfico 3.5).

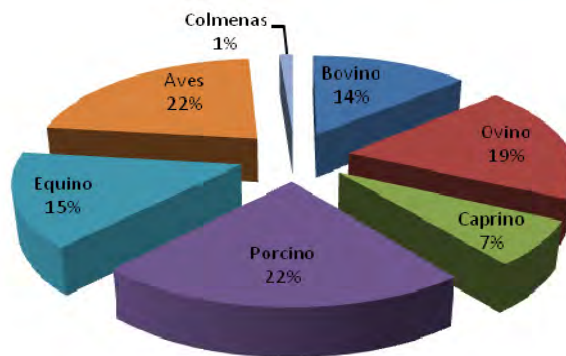


Gráfico 3.5. Distribución de las explotaciones ganaderas extremeñas en el año 2007 (INE, 2008).

El porcentaje de explotaciones extremeñas sobre el total de España es bajo, en torno al 2%. Sin embargo, debido a las características de las explotaciones en Extremadura, donde predominan las extensivas, la superficie total ocupada por éstas es muy elevada, suponiendo un 35% frente al total de España. Destaca el porcentaje de tierras dedicadas a pastos permanentes, que alcanza el 12% con respecto al total nacional (Tabla 3.3).

Extremadura se caracteriza por un alto porcentaje de tierras dedicadas a pastos permanentes, 48% del total de las tierras de la región, frente al 22% que existe de media en España.

En definitiva, el sector ganadero tiende en la actualidad hacia una creciente especialización de las explotaciones y una mayor profesionalización y formación de los trabajadores. Además, la ganadería extremeña se caracteriza por la baja industrialización o transformación de las producciones dentro de la región.

Tabla 3.3. Distribución autonómica y nacional de las explotaciones agrarias según grandes grupos de usos y aprovechamientos de Superficie Agraria Útil en el año 2007 (INE, 2008).

	Todas las tierras			Tierras labradas		
	Nº total de explotaciones	Porcentaje	SAU (ha)	Nº total de explotaciones	Porcentaje	SAU (ha)
<b>EXTREMADURA</b>	69.373	7%	2.700.735	60.729	6%	1.015.614
<b>ESPAÑA</b>	1.029.983	100%	24.892.484	978.241	100%	16.242.697

	Pastos permanentes			Otras tierras		
	Nº total de explotaciones	Porcentaje	SAU (ha)	Nº total de explotaciones	Porcentaje	SAU (ha)
<b>EXTREMADURA</b>	32.199	12%	1.685.121	26.535	5%	406.227
<b>ESPAÑA</b>	271.527	100%	8.649.789	499.653	100%	8.269.654

El Real Decreto 1682/1997 de 7 de noviembre, por el que se actualiza el Catálogo Oficial de Razas de Ganado en España, clasifica las principales razas ganaderas presentes en las explotaciones extremeñas en razas autóctonas españolas y razas españolas. Dentro de las primeras se definen dos grupos; las razas de fomento, que son aquellas que están en expansión y las razas de protección oficial, que son las que están en regresión o en peligro de extinción.

Tabla 3.4. Razas ganaderas más significativas en los sistemas extensivos de Extremadura según el Real Decreto 1682/1997.

RAZAS VACUNAS		
Razas autóctonas		Razas españolas
De fomento	De protección especial	
Avileña Negra-Ibérica	Berrenda en Negro	Charolesa
Lidia	Berrenda en Colorado	Limusina
Morucha	Blanca Cacereña	
Retinta	Cardena Andaluza	
RAZAS OVINAS		
Razas autóctonas		Razas españolas
De fomento	De protección especial	
Castellana	Castellana Var. Negra	Berrincho du Cher
Manchega	Manchega Var. Negra	Fleischschaf
Merina	Merina Var. Negra	Ile de France
	Talaverana	Merino precoz
		Charmoise
RAZAS CAPRINAS		
Razas autóctonas		Razas españolas
De fomento	De protección especial	
Verata	Blanca Serrana	
Murciano-Granadina	Blanca Celtibérica	
Malagueña	Jurdana	
	Negra Serrana	
	Retinta	
RAZAS PORCINAS		
Razas autóctonas		Razas españolas
De fomento	De protección especial	
Ibérica	Celta	Duroc- Jersey

Se puede concluir que Extremadura es una región donde los sistemas de producción se caracterizan por la gran representación de los sistemas extensivos frente a los intensivos, y los primeros disponen de una amplia variedad de especies de ganado muy adaptadas al medio (Tabla 3.4), que aunque presentan tasas de crecimiento relativamente bajas, poseen la gran ventaja de aprovechar perfectamente los escasos recursos de los que dispone el medio natural.

Uno de los principales sistemas agrosilvopastorales de Extremadura son las dehesas, que en España ocupan más de tres millones y medio de hectáreas, siendo la región extremeña la que concentra mayor superficie de esta formación, con más de un millón de hectáreas. Las dehesas pueden considerarse como sistemas seminaturales formados por la combinación de ganado de tipo bovino y porcino y bosque mediterráneo de densidad variable que acoge ganadería en régimen extensivo. Además de la presencia de la flora autóctona, capaz de convivir con el ganado doméstico.

En estos sistemas adeshados, las deposiciones generadas por el ganado no suponen un problema ambiental de nitrificación en el suelo, sino que contribuyen a la regeneración del mismo. Además, mediante una gestión adecuada, estas dehesas contribuyen en gran medida a la riqueza ambiental de Extremadura (PFE, 2003).

Gracias a la importante extensión de dehesas existente en la región y a las posibilidades que éstas ofrecen para gestionarlas de forma sostenible, Extremadura es la Comunidad que posee un mayor número de explotaciones ganaderas ecológicas con respecto a la media española.

Sin embargo, el sector productivo ecológico en general, se enfrenta en la región a una serie de incertidumbres tales como el descenso de productores, la escasa diversificación, la atomización de las explotaciones, el envejecimiento de los productores y la dependencia excesiva de las ayudas.

### 3.2. Impactos del cambio climático sobre el sector ganadero

La influencia del cambio climático en el sector de la ganadería es compleja debido a la gran diversidad de sistemas de producción y a los múltiples factores que influyen en el sector ganadero tales como la disponibilidad de los recursos hídricos, los sistemas edáficos o la producción agrícola. Las variaciones climáticas surtirán efectos complejos en los procesos físicos y biológicos que sustentan los ecosistemas ganaderos, lo que tendrá consecuencias negativas y positivas en las distintas regiones de Extremadura.

La variación de las temperaturas y del ciclo de precipitaciones que implica el cambio climático puede repercutir en el sector ganadero de múltiples formas, afectando a los animales principalmente en dos parámetros, en la ingestión de alimentos y en el bienestar animal. Algunos procesos como la reproducción, el metabolismo o la sanidad pueden ser utilizados como indicadores del cambio climático en los distintos sistemas de explotación animal y por su influencia directa en la rentabilidad de las ganaderías (Moreno *et al.*, 2005).

Se debe destacar la estrecha relación entre el sector ganadero y agrícola, como fuente de alimentación para el ganado. El aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, la subida de las temperaturas y los cambios en los patrones anuales y estacionales de las precipitaciones afectarán de manera decisiva al volumen, la calidad y la estabilidad de la producción de alimentos y al entorno natural donde se practica la agricultura y esto no sólo afectará a la disponibilidad de recursos para la alimentación humana, sino que afectará a la alimentación animal.

En general, las variaciones climáticas provocarán unos cambios a nivel mundial como un incremento de las temperaturas, una disminución de las precipitaciones y el aumento de la probabilidad de fenómenos climáticos extremos, que derivarán en impactos, principalmente adversos, sobre el sector ganadero (Tabla 3.5). Al analizar los impactos del cambio climático en los sistemas de explotación ganaderos, hay que diferenciar entre factores directos e indirectos. Los impactos directos incluyen aquellos efectos relacionados con las modificaciones en el medio ambiente en el que se inscribe el animal, de acuerdo con las condiciones de temperatura ambiente, humedad relativa y velocidad del viento, sobre la fisiología y el comportamiento animal (Castro *et al.*, 2009), en tanto que los efectos indirectos, hacen referencia a las perturbaciones de los elementos.

La política de adaptación al cambio climático debe sustentarse sobre la base de un conocimiento exhaustivo de los posibles impactos que afectarán a un determinado sector. De esta forma, será posible adelantarse para aminorar los efectos negativos previstos, generando herramientas que reduzcan la vulnerabilidad del sector, así como optimizar las nuevas oportunidades relacionadas con los impactos posteriores.

Tabla 3.5. Resumen de las principales consecuencias del cambio climático en el sector ganadero.

Principales consecuencias del cambio climático en la ganadería	Efectos derivados	Positivo / Negativo
Incremento de la temperatura	Modificación de las pautas de ingestión	Negativo
	Aumento del estrés en los animales (efectos inmunodepresores y sobre la reproducción)	Negativo
	Mayor frecuencia de plagas y enfermedades	Negativo
	Ascenso moderado de temperaturas producirá un incremento de la productividad de los pastos	Positivo
	Menos muertes de ganado por frío	Positivo
	Variación de la disponibilidad de recursos forrajeros y pastos	Negativo
	Variación de los ciclos vegetativos (Variación de las pautas de pastoreo y puesta de huevos)	Negativo
Variación del ciclo de precipitaciones	Menor calidad y disponibilidad de los recursos hídricos	Negativo
	Reducción de la disponibilidad de pastos	Negativo
	Degradación de suelos	Negativo
	Mayor gasto de distribución de aguas	Negativo
	Disminución de ciertos parásitos	Positivo
	Aumento de muertes de ganado por estrés hídrico	Negativo
	Mayor competencia por los recursos hídricos	Negativo
Fenómenos climáticos extremos	Mejor conservación de algunos forrajes (ensilado o henificado)	Positivo
	Necesidad de inversión adicional en infraestructuras ganaderas	Negativo
	Daño en infraestructuras ganaderas	Negativo
	Aumento de muertes de ganado	Negativo
	Mayor riesgo de inundaciones y escorrentías	Negativo
	Incendios	Negativo

### Incremento de las temperaturas

El cambio climático provocará un clima más seco y cálido que afectará a la actividad ganadera de distintas formas, repercutiendo en la salud y el bienestar del ganado. En general, unas condiciones meteorológicas cambiantes van a tener efectos profundos sobre la sanidad humana y la salud animal y vegetal.

La salud animal es especialmente sensible a las variaciones de temperatura y a la humedad afectando a tres aspectos principalmente, como el aumento de ciertas especies parásitas debido a los cambios en los hábitats y ecosistemas, el incremento del grado de estrés y las modificaciones de las pautas de ingesta. Todo ello provocará que las especies ganaderas presenten mayor vulnerabilidad ante cualquier enfermedad (Moreno *et al.*, 2005).

El aumento de las temperaturas provocará un elevado grado de estrés en los animales, afectando al crecimiento, al rendimiento o/y a la reproducción lo que influirá directamente en la salud y el bienestar animal y repercutirá en la economía del sector (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Agricultura y Zonas Rurales, 2009). El grado de estrés de ganado asociado a las elevadas temperaturas estará relacionado con los niveles de cortisol y adrenalina en los animales, que incrementa la incidencia de procesos patológicos, por la inmunodepresión que produce el estrés. También pueden aparecer problemas en las hembras a la hora de reproducirse, ya que el estrés podría aumentar el número de abortos y, en último término, las temperaturas extremas elevarían la tasa de mortalidad de los animales si estos no son capaces de regular y mantener su temperatura corporal (Moreno *et al.*, 2005).

Más allá del grado de estrés de los animales, el incremento de las temperaturas influye de forma directa en el ganado, modificando sus pautas de ingesta de alimentos y de nutrición, como consecuencia de la necesidad de liberar calor producido por el metabolismo energético de los animales (Moreno *et al.*, 2005). Esto, a su vez, repercutirá en la salud animal y en la producción ganadera, gravando de manera considerable la economía del sector. De manera indirecta, el cambio climático también puede afectar a la disponibilidad de alimentos para el ganado, ya que la variación de la temperatura y las precipitaciones modificaran la cantidad de pastos que serán consumidos por el ganado.

El cambio climático tendrá importantes efectos sobre los procesos parasitarios e infecciosos cuyos agentes o vectores tengan una estrecha relación con el clima y podría acelerar la propagación de enfermedades infecciosas graves transmisibles por vectores, incluidas las zoonosis que son aquellas enfermedades que se transmiten de forma natural de los animales al hombre y viceversa. Esto supondrá una amenaza para el bienestar de los animales y podría afectar también a la salud vegetal, al favorecer la aparición o migración de organismos nocivos perjudicando gravemente al comercio de animales, plantas y productos derivados (Libro Blanco, 2009).

El ciclo biológico de todos los artrópodos, especialmente el de la mosca, mosquitos y garrapatas, se encuentra fuertemente modulado por las condiciones ambientales. Si se produce un desajuste climático, que favorezca el crecimiento de determinadas especies parásitas, se registrarán incrementos de las enfermedades que afectan al ganado. No hay que olvidar que los artrópodos son vectores de un buen número de procesos, tanto parasitarios como infecciosos, con graves repercusiones económicas en la salud animal. La regulación epidemiológica, la gravedad y la extensión del proceso transmitido dependen exclusivamente de las relaciones hospedador-vector-ambiente, por lo que caben esperar evidentes efectos sobre los delicados ajustes biológicos que tienen lugar en estos procesos complejos (Lindgren, 1998) (Moreno *et al.*, 2005).

Las condiciones ambientales tienen un efecto regulador en los parásitos, de manera que la temperatura interviene en la velocidad de desarrollo de los huevos de los artrópodos que darán lugar a las larvas, existiendo umbrales de temperatura fuera de las cuales no es posible el desarrollo de las especies (Moreno *et al.*, 2005). Estudios llevados a cabo con garrapatas, han revelado que los inviernos más suaves y húmedos pueden provocar un marcado incremento de la supervivencia de ciertos estadios del ciclo vital del parásito. Estos inviernos más suaves también pueden implicar un adelanto en el momento del año en que la garrapata comienza su actividad, ya que las temperaturas frías que impiden la actividad del artrópodo duran menos tiempo y, por lo tanto, extienden en el tiempo la duración de su ciclo vital (Randolph *et al.*, 1999). Por otro lado, los veranos secos y cálidos de épocas estivales pueden incrementar la mortalidad de las garrapatas debido a una pérdida de agua (Moreno *et al.*, 2005).

Los impactos del cambio climático van a provocar variaciones en la distribución geográfica de los parásitos, y por lo tanto, determinadas zonas en las que ciertos parásitos son comunes dejarán de constituir un entorno adecuado para los mismos, en tanto que algunas zonas que actualmente están libres de determinadas parasitosis se verán invadidas por estos. Es esperable una desviación o desplazamiento altitudinal y latitudinal de los parásitos. Como consecuencia, ciertos parásitos propios de una zona concreta, a los que la fauna doméstica ya está adaptada tras largos periodos de coexistencia, tendería a desaparecer ante la imposibilidad de ajuste a las nuevas condiciones ambientales. Al mismo tiempo, estas especies parásitas serán reemplazadas por otras que han sufrido un desplazamiento por las mismas causas, frente a las cuales los animales carecen de resistencia humoral o celular y poniendo en peligro a los rebaños mantenidos en las zonas afectadas. Por ejemplo, determinadas especies de garrapatas presentes en la actualidad en zonas del sur peninsular, ascenderían hacia el norte, asentándose en áreas antaño libres de las mismas. En el mismo sentido, el incremento de especies parásitas es de especial aplicación en los valles y zonas altas de montaña (Moreno *et al.*, 2005), lugar donde pasta el ganado.

En general, una menor mortalidad de las poblaciones de parásitos se traduciría en un mayor efectivo poblacional de los mismos en épocas de primavera. Esta alta carga de parásitos en primavera coincidiría con la primera salida a los pastos de los animales jóvenes nacidos en esta época del año. La inmunidad de estos animales jóvenes es deficiente debido a la edad, lo que provocaría un aumento de la mortalidad de este ganado (Moreno *et al.*, 2005).

Desde el punto de vista de la sanidad animal, se afrontarán nuevos desafíos en el campo de enfermedades ganaderas, puesto que algunas típicamente exóticas van a aumentar su incidencia, como puede ser la lengua azul (*Orbivirus*), mientras que otras enfermedades ya existentes como gastroenteritis parasitaria, podrían extenderse aumentando los gastos en su control. El aumento previsto de la temperatura hará que las infecciones transmitidas por vectores prosigan su extensión hacia zonas más elevadas y latitudes más altas. Esta carga sanitaria favorecerá genotipos con resistencia o tolerancia a las enfermedades, y puede modificar los objetivos de la selección genética. En las plantas, una nueva gama de parásitos y enfermedades afectará a la cosecha y a la especie de forraje, con efectos sobre la cantidad y la calidad de la alimentación animal (Castro *et al.*, 2009).

No se debe pasar por alto que la incidencia del cambio climático en la salud animal llevará asociado un aumento de la aplicación de medicamentos en el ganado, además la administración de los tratamientos en momentos del año considerados óptimos tradicionalmente, no serán válidos bajo las nuevas pautas de dinámica estacional esperables. Esto implica además de errores en la aplicación del tratamiento, un nuevo incremento de los costos asociados a la enfermedad (Moreno *et al.*, 2005). Además, la aplicación de tratamientos de manera continuada puede derivar en la aparición de resistencias a los productos antiparásitos, ya que una elevada presión terapéutica provoca la respuesta de las poblaciones de parásitos con un brusco incremento en la selección genética de las poblaciones sometidas a la presión del antiparasitario (Moreno *et al.*, 2005).

El aumento de temperaturas unido al ascenso de las concentraciones de CO<sub>2</sub>, cambiarán la estructura y función de los ecosistemas, afectando a las pautas de pastoreo del ganado (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Agricultura y Zonas Rurales, 2009). Uno de los efectos más directos del cambio climático sobre el sector ganadero implica la disponibilidad de recursos forrajeros y productividad de pastos a lo largo del año, lo que condicionaría la ingestión de alimentos por parte del ganado y la rentabilidad de las explotaciones ganaderas, ya que si el pasto disponible es insuficiente deberá suplirse con otro tipo de alimentación que supondría gastos extraordinarios para los ganaderos. Debe tenerse en cuenta tanto para las explotaciones



extensivas, donde se supliría la alimentación del ganado a través de piensos, como para las intensivas, donde la alimentación del ganado es exclusivamente en forma de pienso, que el incremento del consumo de piensos unido al aumento de los precios que podría originar la baja productividad del sector agrícola, producirían un descenso en el número de animales por explotación, o incluso la desaparición de muchas explotaciones ganaderas. Además, el aumento del precio de los piensos provocaría un incremento de las explotaciones de ganado monogástrico que ofrecen una tasa más elevada de conversión del pienso que los rumiantes (Castro *et al.*, 2009).

El cambio climático podría cambiar los ciclos vegetativos de los pastos, y esto perturbará las pautas de pastoreo del ganado. Se prevé un adelanto de los procesos primaverales, como el retoñar de las hojas, que provocará variaciones en los patrones de pastoreo. Además el adelanto de la primavera anticipará la puesta de huevos, que afectará a la producción avícola (IPCC, 2007). Estas consecuencias deben ser examinadas con mayor exhaustividad en los sistemas de pastoreo extensivo, ya que se encuentran expuestos de forma más directa a las condiciones climatológicas cambiantes, fundamentalmente en materia de cobijo y alimentos. En general, se prevé que el aumento de las temperaturas unido a la disminución de las precipitaciones estivales acorte el periodo de pastoreo y reduzcan, tanto en cantidad como en calidad, la producción forrajera.

Como efecto beneficioso derivado de un aumento moderado de la temperatura, se puede destacar la disminución de las muertes de cabeza de ganado por olas de frío. Se espera que ciertas zonas que en la actualidad se caracterizan por bajas temperaturas y elevadas lluvias puedan verse atemperadas, y esto podría llegar a ser beneficiosas para la ganadería, al reducirse la mortalidad neonatal por frío.

Otro aspecto positivo relacionado con el aumento moderado de las temperaturas en las zonas húmedas de algunas regiones, es el previsible incremento de productividad de los pastos (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Agricultura y Zonas Rurales, 2009). La baja temperatura ambiental, en particular en primavera, es una de las limitaciones fundamentales de la producción de materia seca de los vegetales; por eso, en las zonas húmedas donde la disponibilidad de agua sea suficiente, se podría esperar que cualquier aumento de la temperatura tendría ventajas sobre el crecimiento en primavera de la vegetación de las praderas (Castro *et al.*, 2009).

### Variación del ciclo de precipitaciones

Un cambio en la frecuencia y distribución de las precipitaciones en las zonas de pastoreo llevaría a una menor cantidad de pasto y a una reducción en el tiempo de aprovechamiento potencial y, en consecuencia, a una menor carga animal o número de cabezas de ganado por hectárea. En los sistemas extensivos, las variaciones en la cantidad de materia vegetal que se oferta a lo largo del año y la carga animal constituyen dos de las herramientas para evaluar el efecto del cambio climático (Moreno *et al.*, 2005). Una disminución de la disponibilidad de pasto en determinados momentos del año, podría acarrear un sobrepastoreo y riesgo de erosión de estas áreas, ya que no resulta sencillo variar la presión de pastoreo o carga ganadera, disminuyendo y aumentando el número de animales de la explotación (Moreno *et al.*, 2005). La merma de los pastos unido al aumento de las áreas afectadas por la sequía llevará consigo la degradación del suelo, agravando la reducción de la productividad de las zonas de pastos.

La disminución de las precipitaciones provocará, además, cambios importantes en la calidad y disponibilidad de los recursos hídricos, con consecuencias para muchos procesos en los que el agua desempeña un papel fundamental, como el de la producción de alimentos. Eso podría agravar, además, las presiones migratorias (Libro Blanco, 2009) y provocar un aumento de las muertes del ganado por estrés hídrico. Las muertes masivas de ganado agravarán la inseguridad alimentaria y el desigual acceso a los recursos.

El incremento de temperatura unido a la variación en el ciclo de precipitaciones conllevará una reducción de la disponibilidad de recursos hídricos paralela al incremento de los requerimientos de agua en diversos sectores, tales como agricultura, industria, turismo, consumo humano o la propia ganadería. Esta situación generará competencia por los recursos hídricos que, en último término, deberá ser resuelto de forma que se asegure un equilibrio tal que permita el mantenimiento de los caudales ecológicos de los ríos y los cauces, así como los niveles suficientes en humedales naturales o artificiales que permitan preservar los valores ecológicos en los mismos.

Ante este nuevo escenario, el sector ganadero deberá adaptarse al mercado del agua y a la variabilidad que pueda presentar la demanda de agua (Moreno *et al.*, 2005).

Adicionalmente, la disminución de las precipitaciones conduciría a un déficit de humedad en el suelo, por lo que será necesario un mayor gasto asociado a la distribución de recursos hídricos, necesarios para el abastecimiento animal y para el riego (Castro *et al.*, 2009).

En cuanto a los aspectos positivos relacionados con la disminución de las precipitaciones, destaca la disminución de ciertos parásitos, ya que un gran número de organismos desarrolla parte de su ciclo de vida en el agua, y la falta de recursos hídricos podría provocar la muerte masiva de los parásitos que necesitan el agua para desarrollar alguna de las fases de su ciclo de vida

(Moreno *et al.*, 2005). Debe recordarse que el aumento o disminución de las poblaciones de especies parásitas tienen importantes efectos sobre la salud animal y sobre la capacidad de transmisión de ciertas enfermedades animales. Otro efecto positivo derivado de la disminución de las precipitaciones en ciertas zonas, sería un aumento de la conservación de algunos forrajes a través de los procesos de ensilado o henificado (Castro *et al.*, 2009).

### Fenómenos climáticos extremos

El aumento de las escorrentías asociadas a fenómenos tormentosos o a fuertes precipitaciones implica un mayor lavado de nitratos, disminuyendo la eficiencia del sistema, y afectando de manera negativa a ecosistemas. Las escorrentías derivarán en pérdida de suelo, provocando una disminución de la calidad de los mismos, y con ello, la reducción de la calidad y cantidad de pastos que afectaría al ganado.

El cambio climático provocará un mayor riesgo de perturbaciones consistentes en tormentas, y por lo tanto, mayor probabilidad de inundaciones y escorrentías, especialmente en algunas zonas. Estos fenómenos extremos pueden ocasionar daños en las infraestructuras del sector ganadero (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Agricultura y zonas rurales, 2009) y graves pérdidas económicas no sólo por la pérdida de infraestructuras, sino también por la muerte del ganado debido a las inundaciones. Por lo tanto, al intensificarse la frecuencia de fenómenos extremos, podrían aumentar las muertes y enfermedades del ganado relacionadas con el clima (Libro Blanco, 2009).

Otra consecuencia de las tormentas es que pueden llevar asociadas un aumento de incendios debido a los rayos, estos incendios pueden mermar los pastos de los que se alimenta el ganado, lo que repercute en el crecimiento y en la producción ganadera.

Los fenómenos climáticos extremos, como las olas de calor, van a requerir una inversión adicional en infraestructuras ganaderas, como pueden ser sistemas de refrigeración para los animales, adecuándolas a altas temperaturas. En condiciones de explotaciones intensivas, las temperaturas extremas pueden provocar menores rendimientos productivos al interferir en la capacidad de ingestión si se superan los límites del intervalo de neutralidad térmica (Moreno *et al.*, 2005). En estas condiciones puede ser necesario además de sistemas de ventilación o refrigeración, inversiones adicionales para acondicionar las infraestructuras, que provocarán una merma en la productividad del sector ganadero (Moreno *et al.*, 2005).

El efecto del cambio climático sobre el sector ganadero podría dirigir la tendencia de las explotaciones ganaderas hacia la intensificación de los distintos sistemas, y es, en estos sistemas intensivos donde la repercusión económica de las variaciones originadas por el cambio climático son más importantes ya que supondrán una reducción de los rendimientos productivos y un incremento de las inversiones para contrarrestar este efecto (Moreno *et al.*, 2005). Un cambio hacia sistemas ganaderos extensivos permitiría una mayor capacidad de reacción ante los cambios de clima, pero el limitante que supone el factor humano, es decir, mano de obra de las explotaciones, en la actualidad hace muy difícil esta reversión.

De manera general, el tejido económico de las Zonas Rurales, está muy ligado a la actividad ganadera. Este sector junto a otros, como el agrícola y el turismo rural, conforman una fuente de ingresos fundamental para dichas zonas. Es evidente que si la actividad ganadera disminuye a consecuencia del cambio climático, los ingresos de las zonas rurales se verán mermados igualmente.

Por lo tanto, el sector ganadero ayuda a fijar y mantener población en zonas rurales, al tiempo que la actividad de pastoreo contribuye a desbrozar y limpiar el monte y zonas de alto riesgo de incendios forestales, por lo que este sector se configura como un elemento vertebrador de determinados paisajes y ecosistemas en la región.

Es necesario señalar que los impactos del cambio climático no van a afectar por igual a los diferentes tipos de ganado. Así, los rumiantes, entre los que se incluyen los bovinos, ovinos, caprinos y camélidos presenten umbrales de temperatura diferentes a los de los animales monogástricos, que incluyen el ganado porcino, avícola y la cunicultura (Castro *et al.*, 2009).

Los rumiantes muestran un elevado grado de tolerancia termal, es decir, pueden tolerar las altas temperaturas. Por lo tanto parece que, si el cambio climático va a suponer un aumento moderado de las temperaturas, esto no va a influir de manera decisiva en las producciones de este tipo de ganado, a menos que los cambios fueran extremos. Por el contrario, el ganado monogástrico, presenta un intervalo de confort térmico más reducido, por lo que estas especies se verán mucho más afectadas por los previsibles impactos derivados de la variación climática (Castro *et al.*, 2009).

Con respecto a la ingesta de alimento, debe destacarse que la alimentación en monogástricos está basada en importantes cantidades de cereales y residuos de semillas de oleaginosas, siempre tratando de formular la ración de menor coste. El transporte de los alimentos para el ganado se suele realizar desde grandes distancias, lo que encarece el coste y origina a su vez emisiones de gases de efecto invernadero. Actualmente, por encima de la amenaza de la reducción en la disponibilidad de materias primas para la alimentación animal está el conflicto entre la producción de alimentos y la fabricación de biocombustibles (Castro *et al.*, 2009).

En cuanto a la alimentación de los rumiantes, hay que considerar que el componente principal de la dieta es el forraje, por lo tanto la ingesta de los rumiantes es diferente a la de los monogástricos. En algunas explotaciones extensivas el forraje puede llegar a constituir la ración completa de la alimentación del ganado, mientras que en las explotaciones intensivas, la alimentación a base de forraje se equilibra con el suplemento de un concentrado. En este sentido, el origen, la calidad y cantidad del forraje que se incluye en las dietas de rumiantes son los factores que probablemente se verán más afectados por el cambio climático. Se producirá una transformación sobre las especies forrajeras presentes y probablemente dará lugar a la aparición de nuevas especies, que actualmente no se cultivan ni crecen. Existe la posibilidad que el cambio de clima conduzca a una variación en la especie de forraje cultivada, por lo que este cambio también influiría en la dieta del ganado. Por ejemplo, temperaturas elevadas pueden conducir a un aumento del rendimiento del maíz cultivado para silo y de alfalfa para el heno en regiones templadas; este hecho podría causar mejoras tanto en la cantidad como en la calidad del forraje para la ganadería de rumiantes y permitiría incluir en mayor proporción a estos forrajes en las raciones aportadas a animales de zonas calientes templadas y subtropicales, tal y como se hace en el ganado vacuno de leche (Castro *et al.*, 2009).

Debido a la importancia que el sector ganadero tiene en las zonas rurales extremeñas, en la región se están realizando numerosos proyectos en el centro de investigación agraria Finca La Orden-Valdesequera relacionados con las repercusiones del cambio climático en el sector ganadero (Tabla 3.6).

### 3.3. Contribución del sector ganadero al cambio climático

Es evidente que determinados cambios en el clima pueden repercutir de manera decisiva en la productividad del sector ganadero, sin embargo es obvio que los actuales sistemas de explotación animal están favoreciendo el calentamiento global, debido a gran cantidad de gases de efecto invernadero que emiten a la atmósfera.

En las explotaciones ganaderas, los principales gases de efecto invernadero (GEI) producidos son el metano (CH<sub>4</sub>) que está asociado a la fermentación intestinal de los rumiantes como el vacuno, ovino y caprino y por la descomposición del estiércol en condiciones anaerobias; y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), que se genera durante el almacenamiento del estiércol y la conversión de nitrógeno en los suelos (Castro *et al.*, 2009).

La contribución de emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera por el ganado, es debida por una parte a la emisión directa de gases por parte de los animales generada con la actividad intestinal, y por otro lado, a los gases emitidos por la descomposición de residuos ganaderos como el estiércol, el purín y la yacija.

A pesar del problema de la generación de GEI a partir de los residuos ganaderos, estos también tienen un aspecto positivo como abonos capaces de aportar al suelo un potencial de materia orgánica importante y mejorar la productividad de los suelos agrícolas. El uso de estiércol animal en la agricultura tiene efectos positivos sobre las propiedades del suelo y la productividad de los cultivos, y supone una alternativa de reutilización que puede reducir el impacto ambiental de estos residuos (Castro *et al.*, 2009).

**Tabla 3.6. Proyectos llevados a cabo en el centro de investigación agraria Finca La Orden-Valdesequera, relacionados con las repercusiones del cambio climático en el sector ganadero.**

Nombre del proyecto	Investigador responsable	Departamento
Obtención de variedades de triticales (grano, forrajeros y de doble aptitud) adaptados a las zonas extremeñas donde pasta la ganadería	Andrés Gil Aragón	Cultivos extensivos
Mantenimiento de las gallinas extremeñas y de Guinea de la finca Valdesequera	Nazaret García Cuadrado	Producción animal
Mantenimiento rebaños base de ovino y caprino	Óscar Luis Aceituno Romo	Producción animal
Mantenimiento de rebaño base bovino	Agustín Villar Algaba	Producción animal
Identificación de parámetros de bienestar animal en la cría del cerdo ibérico en diferentes sistemas de alojamiento: genotipo retinto extremeño (Valdesequera) en Badajoz (Extremadura)	Luís Prieto Oreja	Producción animal
Desarrollo de tecnología de cebo intensivo de corderos sin utilización de paja	Fermín López Gallego	Producción animal
Evaluación de la ultrasonografía en tiempo real como tecnología no invasiva para determinar la composición de la canal del cerdo ibérico	Mercedes Izquierdo Cebrián	Producción animal
Estudio de la calidad de carne de diferentes cortes comerciales del cerdo ibérico, y la influencia de diferentes pautas de alimentación	Susana García Torres	Producción animal
Evaluación en condiciones reales de los efectos de los tratamientos reproductivos en primavera, en los sistemas extensivos de la oveja merina	Óscar Luis Aceituno Romo	Producción animal
Evaluación de antihelmínticos botánicos en pollos obtenidos	Nazaret García Cuadrado	Producción animal
Transferencia de un programa de mejora genética para caracteres reproductivos en explotaciones de cerdo ibérico	Mercedes Izquierdo Cebrián	Producción animal
Determinación del contenido de vitamina E de las carnes de corderos alimentados con pulpa de tomate	Montaña López Parra	Producción animal
Nueva tecnología de cebo de corderos (antioxidantes naturales, sin paja y grano enter). Efectos productivos, bienestar animal, calidad y vida útil de su carne fresca conservada	Montaña López Parra	Producción animal
Automatización de los procesos del sistema productivo de la raza merina	Óscar Luis Aceituno Romo	Producción animal
Efectos de la utilización de antioxidantes naturales, provenientes de la pulpa del tomate en pienso de cebo de corderos, sobre la calidad de la canal y la carne. Vida útil de la carne conservada en atmósfera modificada. Estudio preliminar de la producción de V-gama	Montaña López Parra	Producción animal
Valoración del uso de técnicas de sincronización del celo y programas sanitarios en la mejora de la eficiencia reproductiva del cerdo ibérico	Alfredo García Sánchez	Producción animal
Evaluación de la alimentación recibida por cerdos ibéricos en la etapa final del cebo utilizando diferentes técnicas instrumentales de análisis. Aplicación y fiabilidad	Mercedes Izquierdo Cebrián	Producción animal
Caracterización del síndrome de mortalidad neonatal en cabritos en Extremadura	Oscar Luis Aceituno Romo	Producción animal
Evaluación de estrategias de manejo de la alimentación encaminadas a disminuir la heterogeneidad de la camada y la mortalidad Pre- y Post- natal en el cerdo ibérico	Francisco Ignacio Hernández García	Producción animal
Estudio de la evolución de la calidad de las materias primas para la alimentación animal en dehesa de vacuno ecológico y cerdo ibérico de montanera	Susana García Torres	Producción animal
Desarrollo y transferencia de índices genéticos y económicos a explotaciones de porcino ibérico con el fin de incrementar la competitividad y la rentabilidad de dichas explotaciones	Mercedes Izquierdo Cebrián	Producción animal

Por su composición, el estiércol aumenta el contenido de carbono y nitrógeno total de los suelos y otros elementos como el potasio, calcio, magnesio o sodio. Se puede decir que el aporte de purín o gallinaza al suelo aumenta o mantiene un nivel elevado de elementos asimilables en el mismo, impidiendo o compensando la disminución que tiene lugar como consecuencia de la exportación de nutrientes por las cosechas. Asimismo, constituye un medio de evitar enfermedades producidas por carencia de algún microelemento (Castro *et al.*, 2009).

En Extremadura, el sector primario y en concreto, el sector ganadero es uno de los que más contribuyen a las emisiones de GEI generados en la región. En el año 2008, el sector agrario, que engloba agricultura y ganadería, emitió un total de 3.874,96 kilotoneladas de CO<sub>2</sub>eq, de las cuales 2.419,62 kilotoneladas fueron del sector ganadero regional, incluidas las emisiones procedentes de la fermentación entérica y del manejo del estiércol mientras que 1.455,33 kilotoneladas de CO<sub>2</sub>eq fueron emitidas por el sector agrícola incluido el cultivo del arroz, los arrozales anegados, la quema en campo de residuos agrícolas y los suelos agrícolas (Tabla 3.7) (MARM, 2010 a).

Tabla 3.7. Emisiones del sector primario en Extremadura durante el año 2008 (MARM, 2010 a).

EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	TOTAL (Kilotoneladas de CO <sub>2</sub> eq)	METANO (Kilotoneladas de CO <sub>2</sub> eq)	ÓXIDO NITROSO (Kilotoneladas de CO <sub>2</sub> eq)
<b>SECTOR PRIMARIO</b>	<b>3.874,96</b>	<b>2.252,70</b>	<b>1.622,25</b>
SECTOR GANADERO	2.419,62	2.165,62	254,00
Fermentación entérica	1.876,15	1.876,15	-
Gestión de estiércol	543,47	289,47	254,00
SECTOR AGRÍCOLA	1.455,33	87,08	1.368,25

En Extremadura el 62 % de las emisiones del sector primario durante el año 2008, se debieron al sector ganadero, mientras que tan sólo el 38 % fueron debidas a las emisiones realizadas por el sector agrícola regional, esto datos se traducen en que en Extremadura el sector ganadero es un importante emisor de gases de efecto invernadero, haciendo necesario la implantación de medidas de mitigación como una adecuada gestión de purines (MARM, 2010 a).

De las 2.419,62 kilotoneladas de CO<sub>2</sub> eq emitidas por el sector ganadero durante el 2008, 1.876,15 kilotoneladas se debieron a la fermentación entérica y 543,47 kilotoneladas fueron debida a la gestión del estiércol (MARM, 2010 a). Esto supone que el 78 % del total de las emisiones del sector ganadero en Extremadura durante el 2008, fueron debidas a fermentaciones entéricas.

La **fermentación entérica** es un proceso digestivo del ganado por medio del cual los microorganismos descomponen los carbohidratos del pasto en moléculas simples para la absorción hacia el torrente sanguíneo de un animal. Durante este proceso se producen grandes cantidades de emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente metano (Nicolás, 2000).

El metano procedente de la fermentación entérica en los herbívoros es una consecuencia del proceso digestivo, tanto los animales rumiantes como ganado vacuno y ovino, como algunos no rumiantes, como ganado porcino y equino, producen metano; sin embargo, los rumiantes son la fuente más importante. La cantidad de metano liberado por el ganado va a depender del tipo de ganado, la edad y el peso del animal, así como de la cantidad y calidad del forraje que ingiera (Nicolás, 2000).

El metano procedente del **manejo del estiércol** obedece a su descomposición en condiciones anaeróbicas de los residuos. La descomposición del estiércol en estas condiciones, se da principalmente en explotaciones intensivas, donde se cría un número elevado de animales en un espacio limitado como pueden ser vaquerías o corrales para engorde de cerdos o aves (Nicolás, 2000).

El metano es el gas de efecto invernadero s emitido en mayor cantidad por el sector ganadero en Extremadura, aunque no se puede pasar por alto el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). El sector ganadero extremeño emitió durante el año 2008 un total de 2.165,62 kilotoneladas de CO<sub>2</sub> eq de metano, frente a las 254 kilotoneladas de óxido nitroso (Tabla 3.7). El metano representa el 90 %

del total de emisiones realizadas por el sector ganadero en la Comunidad, mientras que el óxido nitroso supone tan sólo el 10 % del total de emisiones del sector durante el año 2008 (MARM, 2010 a).

Debido a la importante contribución del sector ganadero al cambio climático sería necesario establecer estrategias de actuación que permitieran reducir las emisiones de gases por parte de la ganadería y, al mismo tiempo, conocer y establecer planes de adaptación para minimizar los impactos del cambio climático en los animales de abasto, acondicionando al ganado a las nuevas condiciones ambientales, y que van favorecer el mantenimiento de su productividad (Castro *et al.*, 2009).

Por todo ello, Extremadura está desarrollando una política en materia ambiental, que permitirá alcanzar una perspectiva más sostenible sin comprometer el desarrollo de la Comunidad. En concreto, el sector ganadero extremeño debe hacer esfuerzos para aumentar la eficiencia de los sistemas de riego y abastecimiento de agua, lo que repercutirá positivamente en la disponibilidad de los recursos hídricos (PDR), y para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Para atenuar el volumen de las emisiones, es necesario identificar el origen de las mismas en las propias explotaciones, que en la mayoría de los casos se encuentran asociadas a una práctica incorrecta en cuanto a la alimentación y el pastoreo de los animales. A estas emisiones asociadas a las pérdidas a nivel intestinal, provocadas por la ineficiencia en la digestión de los alimentos por parte de los animales, hay que sumar el balance de emisiones de gases de efecto invernadero que supone producir y transportar hasta la granja las materias primas que formarán parte de la alimentación de los animales (Castro *et al.*, 2009).

Las explotaciones ganaderas extremeñas deben contemplar entre sus prioridades el incremento de la productividad del sector, sin dejar al margen la eficacia de la producción, fomentando la selección de ganado productivo, y procurando reducir el número de animales necesarios para alcanzar un determinado nivel de producción, lo que provocaría una mejora sustancial en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en la región (Castro *et al.*, 2009).

Otros procesos que contribuyen a la mitigación de emisiones procedentes de la ganadería son la reutilización, el reciclaje y la recuperación de residuos, así como la correcta gestión de los residuos en el sector ganadero, incluidos el envío de purines a estaciones depuradoras adecuadas, y la instalación de mayor número de puntos de recogida selectiva. Estas medidas se centran en la gestión y aprovechamiento de los residuos ganaderos con el fin de conseguir la valorización de los residuos mediante una digestión anaerobia y posterior valorización energética del biogás producido (PDR).

La problemática de la gestión del estiércol procedente de la ganadería está ligada a las explotaciones ganaderas. Este problema se agudiza en explotaciones intensivas que se encuentren diseminadas por un amplio territorio, originando cierta dificultad a la hora de reutilizar los purines y/o yacijas generados en las explotaciones (Castro *et al.*, 2009). La gestión del estiércol, sólo supone un problema en los sistemas intensivos, ya que las deposiciones generadas por el ganado de explotación extensiva no constituyen un problema ambiental, si no que por el contrario contribuyen a la regeneración del suelo de los sistemas adehesados en los que viven (PFE, 2003).

Por último, el uso de energías alternativas en las instalaciones permitirá una disminución en el consumo de combustibles fósiles, lo que se traduce en un ahorro de emisiones de GEI.

De todo esto se concluye que el desarrollo del sector ganadero es decisivo para mitigar el cambio climático a través de la reducción de los gases de efecto invernadero. Para ello se debe potenciar el desarrollo tecnológico en el sector y el impulso de políticas eficaces en materia de mitigación (Pérez *et al.*, 2009).

El objetivo es, un tipo de explotación integral, donde la ganadería sea un elemento fundamental en la organización de la producción agrícola, en lo que a las necesidades de materia orgánica y de elementos nutritivos para el suelo agrícola se refiere, manteniendo el equilibrio de los sistemas de producción. En este sentido, los sistemas semiextensivos que aprovechan los residuos de cosechas y los extensivos pueden continuar siendo una excelente alternativa, por su relación estrecha con el entorno y su contribución al mantenimiento de los ecosistemas. En esta misma línea, deben incorporarse nuevas explotaciones ganaderas de actividad ecológica, ya que son las que más contribuyen al desarrollo de una agricultura más sostenible por su eficiencia, potenciando la reducción del consumo de recursos, tanto agua como alimentos y energía, y la disminución de la carga contaminante de fertilizantes (Castro *et al.*, 2009).

### 3.4. El sector ganadero extensivo y las dehesas en Extremadura

La dehesa constituye un ecosistema que equilibra la conservación del entorno, con el aprovechamiento racional agrícola-ganadero-forestal. Una gran parte de las explotaciones ganaderas en Extremadura utilizan los recursos generados en estos ecosistemas respetando niveles de producción ecológica. Debido a la gran cantidad de recursos como los pastos y el alimento derivado de las especies arbóreas como las bellotas, que están presentes en las dehesas, existe una fuerte dependencia de los sistemas ganaderos regionales hacia este tipo de ecosistema.

En el sentido riguroso del término, la dehesa corresponde a la superficie ocupada por el monte abierto, donde predomina el pasto y algunas especies de arbóreas, como las encinas y los alcornoques y, en menor medida de quejigos, rebollos y otros

árboles. No obstante, en el sector de la producción animal, y teniendo en cuenta su significación socioeconómica, el término dehesa puede también extenderse a las tierras de pastoreo, con o sin arbolado de quercíneas (MARM, 2003).

En general, la dehesa extremeña se caracteriza por el aprovechamiento ganadero extensivo de razas autóctonas de vacuno de carne, ovino, caprino y porcino ibérico que, por su rusticidad, se encuentran perfectamente adaptadas al medio. La dureza del clima así como la pobreza y la baja calidad de sus suelos de estos ecosistemas han limitado el asentamiento de las prácticas agrícolas que ha sido sustituida por la explotación ganadera. Por su posición y significación, puede considerarse a Extremadura como el núcleo central del área de la dehesa a nivel nacional, con más de la tercera parte del total de su superficie pastable (MARM, 2003).

En las dehesas extremeñas el ganado ovino merino va perdiendo importancia a favor del ganado vacuno para la producción de carne. Las razas más habituales de ganado vacuno son la avileña negra-ibérica, la retinta y la morucha, generalmente hembras, cruzadas con sementales de razas extranjeras como charolés y limousín. En Extremadura es importante también, el ganado de lidia y la raza blanca cacereña, en peligro de extinción.

No se puede pasar por alto el ganado porcino ibérico, alimentado durante gran parte del año a base de bellotas y pastos naturales, y el ganado caprino con gran capacidad para consumir las partes más lignificadas, permitiendo aprovechar todos los recursos del sistema y controlar la invasión de matorral.

En Extremadura predominan, por tanto, las especies autóctonas adaptadas a la dehesa, principalmente la oveja merina, el cerdo ibérico, la vaca de razas retinta, morucha y avileña negra-ibérica y la cabra de razas verata y serrana (MARM, 2003).

Entre los recursos que ofrece la dehesa al sector ganadero, destacan

- El pasto, aprovechable por el ganado principalmente durante el otoño y la primavera. La producción de materia seca en las dehesas puede oscilar entre 1.000 y 2.500 kg por hectárea. El pasto de las dehesas es consumido tanto por rumiantes como monogástricos en régimen extensivo.
- La montanera, que es el pastoreo de cerdos en campo abierto favoreciendo el consumo de bellotas procedentes de encinas, alcornoques y quejigos durante un tiempo.
- El ramoneo, que es el conjunto de hojas y pequeñas ramas que, directamente de la planta viva o procedente de podas, son consumidos por el ganado. Estas hojas y ramas pequeñas, con un contenido proteico variable. Dependiendo de la especie y época de corte, son consumidas fundamentalmente por el ganado caprino.

La región dispone de una amplia superficie de terreno ocupada por pastizal. Como pastizal, se considera pastos formados por comunidades herbáceas permanentes y espontáneas aprovechadas a diente en pastoreo extensivo cuya producción es muy dependiente de las condiciones climáticas y, por lo tanto, muy variable. Normalmente los pastizales por efecto del clima, se secan y agostan en verano, excepto en el caso de los pastizales de alta montaña. Su densidad es variable y frecuentemente están salpicados de especies leñosas. También forman parte del pastizal antiguos terrenos de cultivo, donde por abandono, crece un pasto herbáceo espontáneo que puede ser objeto de pastoreo. Se deben distinguir de los cultivos con abandono transitorio por tener presencia de especies leñosas y semileñosas; pistas de esquí cubiertas por herbáceas; zonas herbáceas de entrenamiento militar; helechales; pastizales con influencia antrópica siempre que encuentren en un entorno forestal; espartizales, etc. Se excluyen, barbechos; posíos rastrojeras y campos de herbáceas de instalaciones deportivas y recreativas (Manual de Fotointerpretación. Versión 1.2 SIOSE) (D.G.I.G.N., 2009).

En la provincia de Cáceres el pastizal se encuentra principalmente distribuido por la Zona Rural IV, que comprende la Sierra de San Pedro y la Zona del Tajo Salor; por la Zona Rural VI, que abarca la Comarca de Trujillo, Sierra de Montánchez y la Zona Centro; y la Zona Rural II que corresponde al Valle del Alagón, Rivera de Fresnedosa y Riberos del Tajo. En la provincia de Badajoz, el pastizal se distribuye en la Zona Rural VIII, que comprende La Serena-Vegas Altas y Gadiana, la Zona Rural IX, que corresponde a La Serena y la Siberia, y en menor proporción en la Zona Rural XI, que abarca Lácara-Los Badíos, Comarca de Olivenza y la Sierra Suroeste (Gráfico 3.7) (D.G.I.G.N., 2009).

Se considera como matorral las superficies cubiertas por vegetación arbustiva formada por especies leñosas cuya parte aérea no llega a diferenciarse en tronco y copa, presentándose en general muy ramificada y pudiendo llegar desde el porte arbustivo hasta el achaparrado y rastrero. Puede tratarse de una etapa evolutiva de la cubierta forestal a vegetación de mayor porte o de una etapa de degradación del bosque (Manual de Fotointerpretación. Versión 1.2 SIOSE) (D.G.I.G.N., 2009).

En la región el matorral se encuentra fundamentalmente a lo largo de la provincia de Cáceres, destacando en la Zona Rural I, que comprende las Hurdes, Sierra de Gata, Trasierra-Tierra de Granadilla y el Valle de Ambroz. En la provincia de Badajoz la superficie ocupada por matorral es menor, y se localiza en la Zona Rural IX, que abarca la Zona de la Serena y la Siberia (Gráfico 3.6) (D.G.I.G.N., 2009).

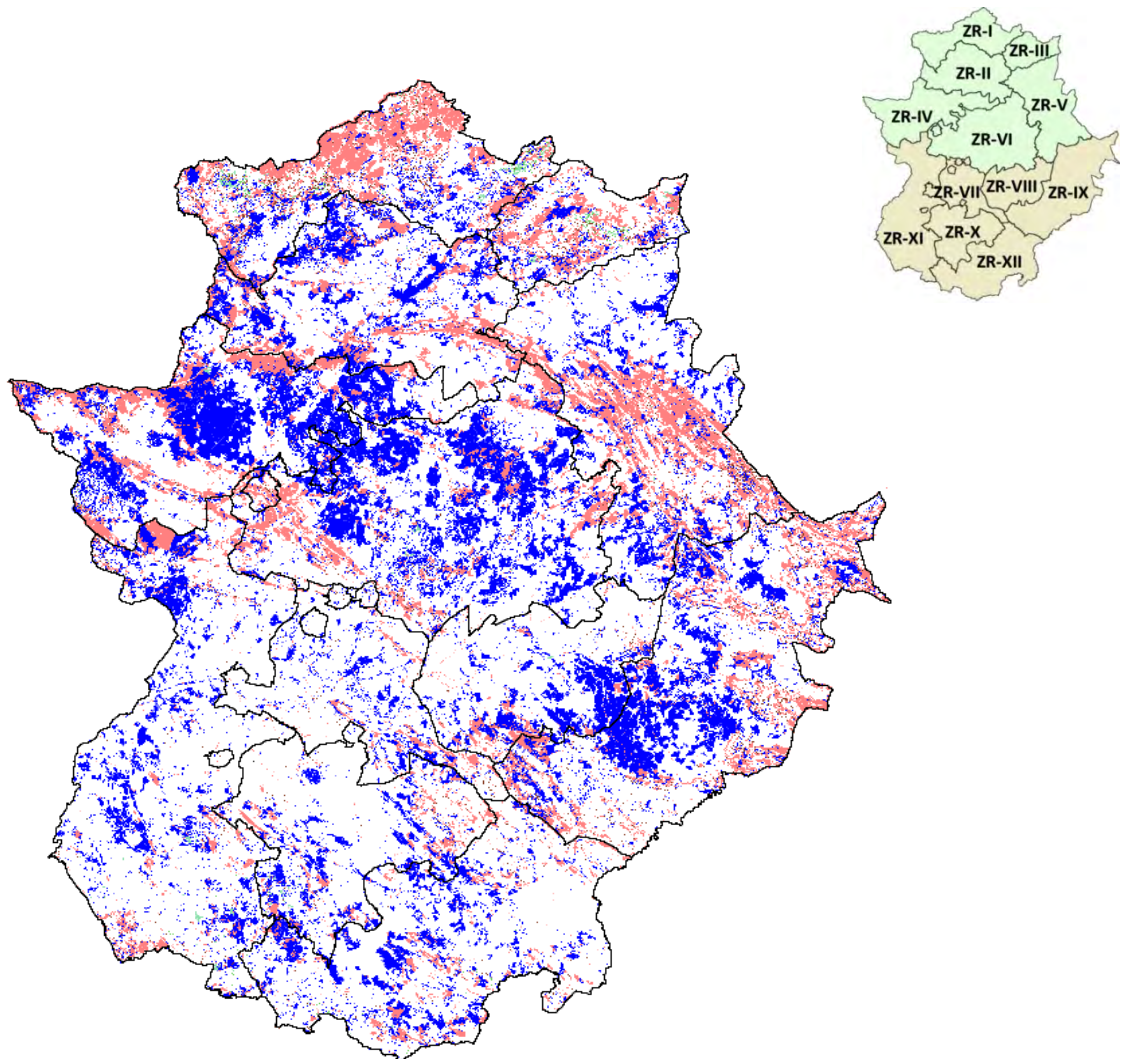


Gráfico 3.6. Distribución de la superficie ocupada por matorral, pastizal y cultivos-prados (D.G.I.G.N., 2009).

#### La gestión ambiental y la conservación de la dehesa

Las dehesas, además de las funciones productivas, presentan un considerable nivel de riqueza ambiental, tanto en fauna como en flora. Debido a las características productivas de estos ecosistemas, un uso adecuado del territorio posibilitaría simultanear diferentes funciones, como puede ser la función comercial derivada de las explotaciones ganaderas extensivas y funciones ambientales que permitirían su conservación. Estas funciones implican la potenciación y desarrollo de las Zonas Rurales, favoreciendo el mantenimiento de la población (MARM, 2003).

La diferente orientación de la dehesa, con estratos de monte, pastos y labores agrícolas, ha aumentando la oferta de recursos disponibles para la fauna ambiental. Así, el arbolado, el pastizal, el matorral y los cultivos actúan dentro de un mismo sistema ecológico que alberga las diferentes especies de fauna y flora. Por otro lado, la conservación de la biodiversidad de la dehesa, plantea problemas sobre el modelo óptimo de gestión de las dehesas, que permita simultanear la conservación de la biodiversidad con la actividad socioeconómica sustento de la población rural (MARM, 2003). Las restricciones sobre estos ecosistemas y los cambios drásticos en los sistemas de producciones agrarias, que han conducido a un abandono de las prácticas agrarias tradicionales, han actuado negativamente sobre la conservación de determinadas especies, a estos cambios habrá que añadirles los provocados como consecuencia del cambio climático (MARM, 2003).



Los sistemas de explotación y gestión de las dehesas deben basarse en la capacidad de extraer recursos manteniendo las potencialidades productivas de la dehesa, reponiendo y manteniendo el medio, sin forzar al sistema a un deterioro difícilmente reversible, o que suponga unos costes inasumibles (MARM, 2003). Por otro lado, la correcta gestión de los sistemas agrarios debe mantener un nivel adecuado de las rentas de trabajo, que actúe como elemento permisivo del desarrollo rural, en las comarcas en las que se localizan (MARM, 2003).

La mejora productiva de los sistemas de explotación ganadera están fuertemente ligada a la dehesa, esta relación ganadería-dehesa está limitada por aspectos como las características del medio, las especies explotadas y por el modelo extensivo. Estos aspectos condicionan que las capacidades productivas del sistema sean con frecuencia estacionales (MARM, 2003).

Así pues, debido a la importancia de las dehesas sobre los sistemas ganaderos de explotación extensivos, se deben desarrollar medidas de mejoras enfocadas hacia el incremento de la eficiencia del sistema, de la producción forrajera de los pastos y de la base ganadera (MARM, 2003).

El sector ganadero extremeño debe desarrollarse respetando la integridad de las dehesas, proponiendo un sistema de explotación más sostenible, que sea capaz de mantener los niveles de productividad actuales pero controlando su efecto sobre el medio ambiente y el cambio climático (Castro *et al.*, 2009). Se debe buscar el equilibrio entre la producción de las dehesas y la conservación de las mismas, ya que una alta carga ganadera degradaría la vegetación, mientras que por el contrario, baja carga ganadera provocaría la colonización del matorral disminuyendo la calidad del pastizal. En definitiva el futuro del sector ganadero deberá crecer de forma sostenible.

## 4. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR AGRÍCOLA

El sector agrícola es uno de los sectores más afectados por las consecuencias del cambio climático en Extremadura. Los cambios previsibles, como la variación de la concentración de CO<sub>2</sub>, el aumento de temperaturas, la disminución de las precipitaciones y los eventos climáticos extremos pueden influir de manera decisiva en el sector provocando el descenso de la productividad en los cultivos de la Comunidad. La agricultura sufrirá alteraciones no homogéneas a lo largo de toda la geografía extremeña que, en todo caso, requerirá un ajuste de las cosechas a las nuevas condiciones climáticas.

Bajo condiciones climáticas inestables, la agricultura adquiere un papel más relevante como proveedor de servicios ambientales y ecosistémicos. El clima cambiante debe despertar la conciencia ciudadana sobre un uso eficaz del agua en las regiones secas, perfeccionamiento de la gestión de inundaciones y la restauración de paisajes multifuncionales que proporcionan hábitat a muchas especies.

Los sectores agrícola y ganadero, son fundamentales en Extremadura, no solo por el valor económico que supone la producción agrícola en la región, sino por la importante fuente generadora de empleo que representa.

Debido al relevante papel de la agricultura en Extremadura, es preciso trabajar en los impactos que el cambio climático ocasionará en el futuro, detectando las vulnerabilidades del sector con el fin de desarrollar estrategias adecuadas de actuación, promoviendo buenas prácticas agrarias compatibles con las nuevas condiciones climáticas que contribuyan a preservar y proteger el medio ambiente. Los agricultores deberán adaptarse a las nuevas condiciones climáticas minimizando las pérdidas en productividad.

En las próximas décadas, el sector agrícola extremeño acusará la influencia de la variación atmosférica, y deberán desarrollarse nuevas estrategias de producción y gestión supeditadas a las condiciones climáticas cambiantes.

### 4.1. El sector agrícola en Extremadura

La contribución del sector agrícola en la Comunidad Autónoma de Extremadura es elevada y tiene un papel muy destacado en la economía y en la sociedad regional. Presenta además una personalidad que subyace en el paisaje extremeño y marca el carácter de buena parte del mismo, organizando el territorio y estableciendo pautas y modos de vida con una gran tradición y protagonismo sobre sus habitantes.

En el año 2009, la agricultura extremeña aportó el 11,38% del **Producto Interior Bruto (PIB)** a la región, mientras que en el conjunto del país dicho sector supuso tan sólo el 3,46%. El año anterior esos porcentajes fueron del 11,62% y del 3,53%, respectivamente, lo cual indica que en ambas economías el sector va perdiendo importancia de forma moderada, pero en el caso de Extremadura la agricultura sigue teniendo un peso específico muy alto.

En esta misma línea se encuentra también la aportación de las empresas del sector primario extremeño al **Valor Añadido Bruto (VAB)**, que fue del 8% en el año 2009, frente al 2% en el caso del conjunto de la nación en este mismo sector.

La **población ocupada** por sectores refleja, del mismo modo, la enorme importancia que sigue teniendo en la región la agricultura, que supone el 10% del total de la misma (Gráfico 4.1), representando el doble del porcentaje que presenta la población ocupada en este sector a nivel nacional, que se situó en el 5% en el primer trimestre del 2010.

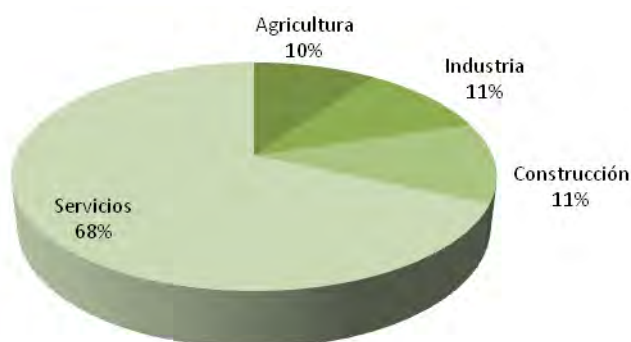


Gráfico 4.1. Distribución porcentual de la población ocupada por sectores económicos en Extremadura en el primer trimestre del 2010 (INE, 2010).

Aunque la importancia de la agricultura en una región puede venir determinada por la extensión ocupada por ciertos cultivos, también es prioritario considerar otros factores que pueden influir de manera notable en el panorama agrícola de un territorio.

De esta manera, se puede dar el caso de ciertos cultivos que no necesariamente ocupan grandes extensiones y sin embargo, son muy importantes por la entidad e influencia que tienen sobre la socioeconomía, la población, el paisaje o la industria. Estos cultivos pueden tener una trascendencia económica de primer orden, que debe ser analizada a partir de las macromagnitudes agrarias.

La **Producción Final Agrícola (Producción Vegetal)** para la Comunidad de Extremadura fue en el año 2007, de 1.060,40 millones de euros en valores corrientes, alcanzando los cereales un total de 349,29 millones, lo cual supone el 32,93% de la Producción Final Vegetal (Tabla 4.1). Los cereales son por consiguiente, desde el punto de vista económico, el grupo de cultivos que presenta un mayor peso en Extremadura.

Tabla 4.1. Producción Final Rama Agraria. Producción Vegetal en Extremadura en el año 2007 (Instituto de Estadística de Extremadura, 2010).

PRODUCCIÓN VEGETAL	Valores corrientes a precios básicos en millones de euros	Porcentaje
Cereales	349,29	32,93%
Industriales		
Leguminosas grano	93,06	8,77%
Hortalizas, patatas, plantas y flores	196,35	18,51%
Frutas, incluidas uvas de mesa y aceitunas de aderezo	184,82	17,42%
Uva vinificación	24,45	2,30%
Vino y mosto	53,23	5,01%
Aceituna para almazara	76,92	7,25%
Aceite de oliva	58,50	5,51%
Otros, incluidos leguminosas, forraje y pajas	23,78	2,24%
<b>Total</b>	<b>1.060,40</b>	<b>100%</b>

En segundo lugar se encuentra el grupo de las hortalizas, patatas, plantas y flores que representaron el 18,51% del total de la producción vegetal en la región en el año 2007. Las frutas, que incluyen uva de mesa y aceituna de aderezo, tienen asimismo una importancia destacada, con 184,82 millones de euros y un porcentaje del 17,42% sobre el total de la producción vegetal.

De este análisis se deriva, que el sector agrícola tiene una gran importancia en Extremadura, tanto como generador de empleo como motor económico en la Comunidad, por esta razón es importante detectar los futuros impactos que el cambio climático va a tener en dicho sector con el fin de desarrollar estrategias que permitan la adaptación anticipada a los cambios provocados por el cambio climático.

### Superficie agrícola en Extremadura

Extremadura tiene una superficie de 4.163.440 hectáreas, de las cuales aproximadamente 1.118.448 corresponden a tierras de cultivos durante el año 2009; es decir, el 26,86% de la superficie extremeña está ocupada por tierras de cultivos.

En España este porcentaje se eleva hasta el 34,27%, al presentar el conjunto de la nación una superficie de 50.536.913 hectáreas, de las que alrededor de 17.319.961 están ocupadas por tierras de cultivos (Gráfico 4.2).

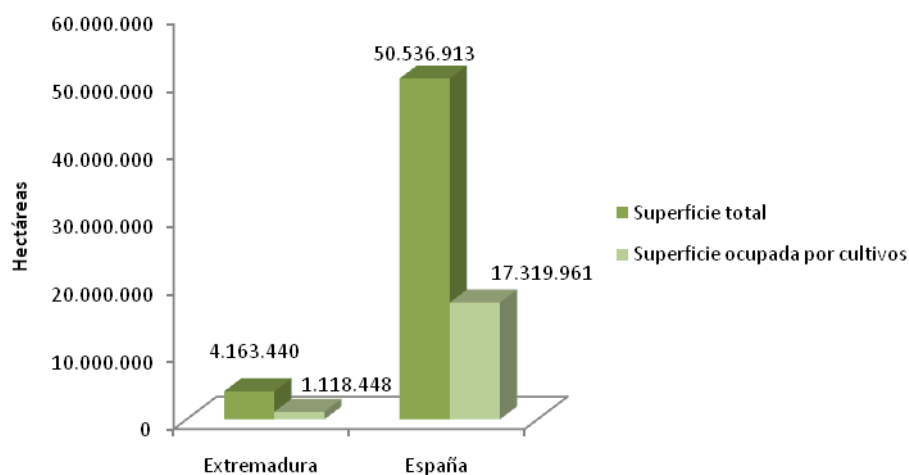


Gráfico 4.2. Superficie total y superficie ocupada por cultivos en Extremadura y en España en el año 2009 (MARM, 2010).

Castilla la Mancha es la Comunidad Autónoma que presenta mayor superficie de tierras de cultivo en España con 3.761.040 hectáreas totales, seguida por Andalucía con 3.651.350 hectáreas y Castilla León con 3.603.292 hectáreas. Extremadura dedica 1.118.448 hectáreas totales, lo que la sitúa en quinta posición, por detrás de Aragón, 1.788.915 hectáreas (Gráfico 4.3).

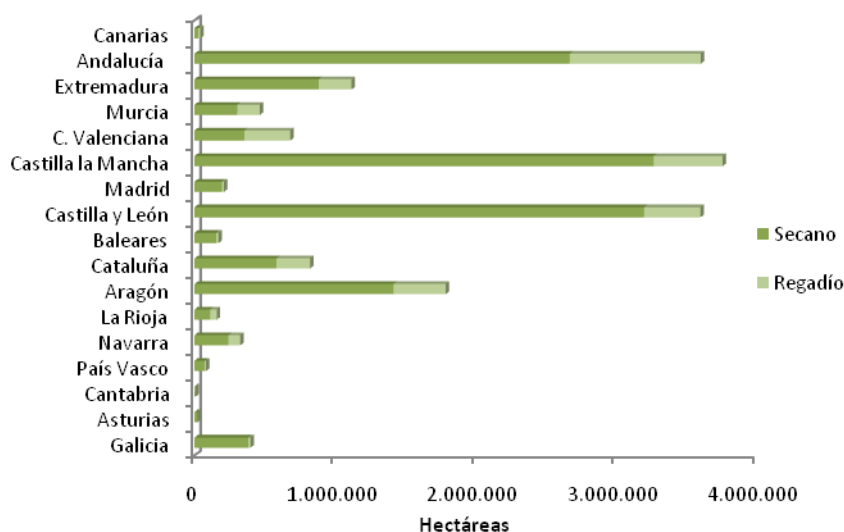


Gráfico 4.3. Distribución general de la tierra por Comunidades Autónomas, expresado en hectáreas, y sistemas de cultivo en el año 2009 (MARM, 2010).

Del total del área destinada a tierras de cultivos en Extremadura, la mayor superficie de terreno está ocupada por cereales en grano, con 312.125 hectáreas, seguido del terreno dejado para barbecho con 297.355 hectáreas y de la superficie ocupada por olivar con 263.657 hectáreas (Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Distribución general de la tierra, expresado en hectáreas, por tipos y sistemas de cultivo en Extremadura (, MARM, 2010).

Cultivos	Cultivos de secano	Cultivos de regadío	Invernaderos	Total
	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]
Cereales grano	221.990	90.135		312.125
Leguminosas grano	5.675	378		6.053
Tubérculos		711		711
Cultivos industriales	17.506	33.636	4	51.146
Cultivos forrajeros	18.957	31.413		50.370
Hortalizas y flores	2.977	4.984	62	8.023
Barbechos	294.761	2.593		297.355
Frutales cítricos	18	11		29
Frutales no cítricos	23.820	13.209		37.028
Viñedos	68.138	18.949		87.087
Olivar	230.874	32.783		263.657
Otros cultivos leñosos	0	0	0	0
Viveros	120	762		882
Invernaderos vacíos			97	97
Huertos familiares	778	3.098	9	3.885
<b>Total</b>	<b>885.614</b>	<b>232.662</b>	<b>75</b>	<b>1.118.351</b>

La superficie ocupada por cereales en grano durante el año 2009 representa el 28% del total del territorio de cultivo en Extremadura, mientras que el barbecho supone el 27% (Gráfico 4.4).

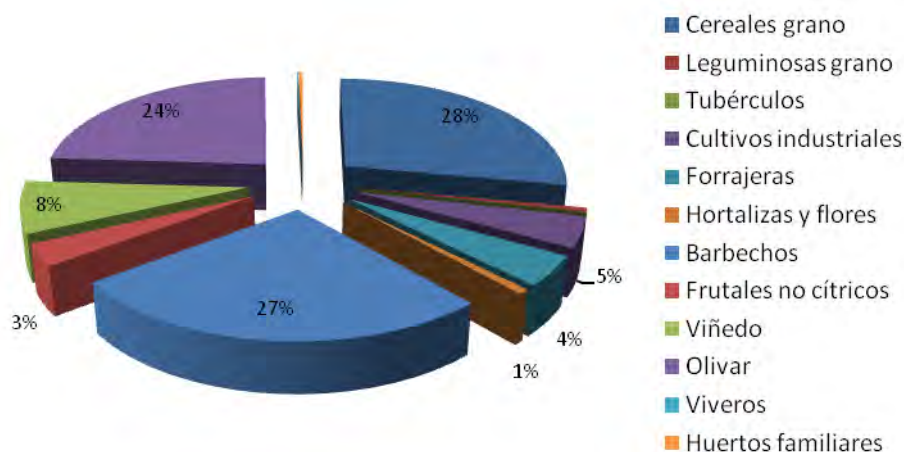


Gráfico 4.4. Distribución, en porcentaje, de cada tipo de cultivo respecto al total de hectáreas cultivadas en Extremadura en el año 2009 (MARM, 2010).

El olivar presenta un protagonismo elevado y pujante en Extremadura, al tratarse de la segunda región, por detrás de Andalucía, en la que la superficie abarca una elevada proporción de las tierras cultivadas, concretamente el 24% (Gráfico 4.4), siendo este porcentaje del 42% en el caso de Andalucía y del 15% como media en el conjunto de la nación (Gráfico 4.5).

A bastante más distancia se sitúa la superficie dedicada al cultivo del viñedo, que representa en Extremadura el 8% del total y las hectáreas dedicadas a cultivos industriales y cultivos forrajeros, que suponen el 5% y el 4%, respectivamente.

El viñedo alcanza su mayor extensión en Castilla la Mancha, con 542.951 hectáreas, que es además la región con mayor extensión del mundo dedicada a su cultivo, siendo Extremadura la que se encuentra en la segunda posición con sus casi 90.000 hectáreas.

En el conjunto de la nación, los cereales en grano ocupan 6.209.489 hectáreas y representan el 36% de la superficie total cultivada, 8 puntos por encima de la región extremeña. Los barbechos por el contrario, suponen el 20% a nivel nacional (Gráfico 4.5), 7 puntos menos que en Extremadura.

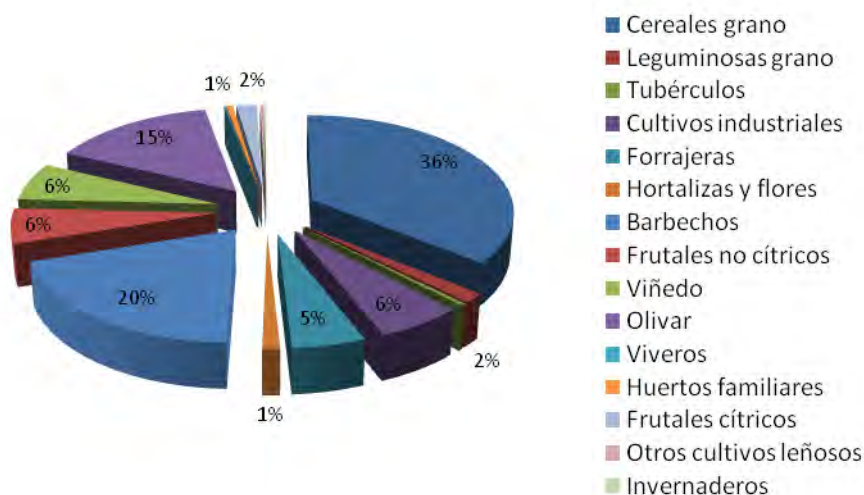


Gráfico 4.5. Distribución, en porcentaje, de cada tipo de cultivo respecto al total de hectáreas cultivadas en España en el año 2009 (MARM, 2010).

### Superficie agrícola en Extremadura según sistema de cultivo

Atendiendo a la distribución de la superficie **por sistema de cultivo** en Extremadura, los cultivos de secano alcanzan las 885.614 hectáreas en la Comunidad, mientras que los de regadío ascienden a 232.662 hectáreas durante el año 2009. La superficie ocupada por cultivos de secano supone el 79% de la superficie total destinada a los mismos en la región extremeña (Gráfico 4.6).

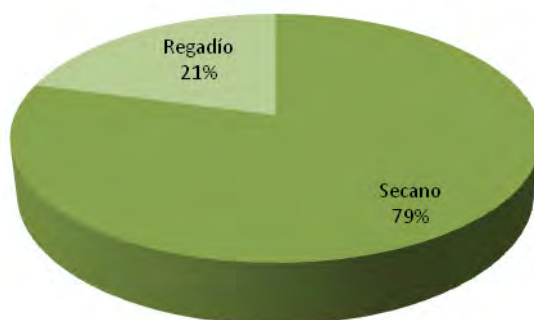


Gráfico 4.6. Distribución de superficies por sistemas de cultivo en Extremadura en el año 2009 (MARM, 2010).

En el conjunto de la nación, la superficie ocupada por cultivos de secano es levemente superior, suponiendo el 81% del total, 13.898.657 hectáreas de secano frente a 3.357.970 hectáreas de regadío. Esto se traduce en que en la Comunidad Autónoma de Extremadura, la superficie dedicada a cultivos con sistema de regadío adquiere un mayor protagonismo que en el resto del país, al situarse dos puntos porcentuales por encima.

El sistema de cultivo en invernaderos es muy poco significativo en Extremadura donde no alcanza las 200 hectáreas cultivada, en tanto que en España supone el 0,36% de la superficie total con 63.335 hectáreas.

Dentro de los **cultivos de secano** en la región, el que ocupa mayor superficie son los barbechos con 294.761 hectáreas, lo cual supone el 33% sobre el total (Gráfico 4.7), seguido del olivar, con 230.874 hectáreas y los cereales de grano con 221.990 hectáreas.

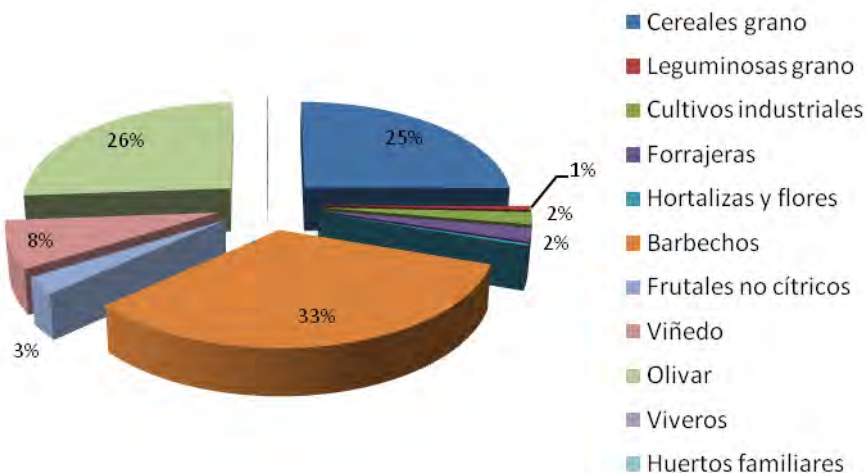


Gráfico 4.7. Distribución de la superficie dedicada a cultivos de secano en la Comunidad Autónoma de Extremadura en el año 2009 (, MARM, 2010).

En el conjunto de España sin embargo, son los cereales en grano los que ocupan una mayor superficie de cultivo de secano con 5.317.225 hectáreas sembradas en 2009, seguidos de los barbechos con 3.293.723 ha y del olivar, con 1.879.116 (Gráfico 4.8).

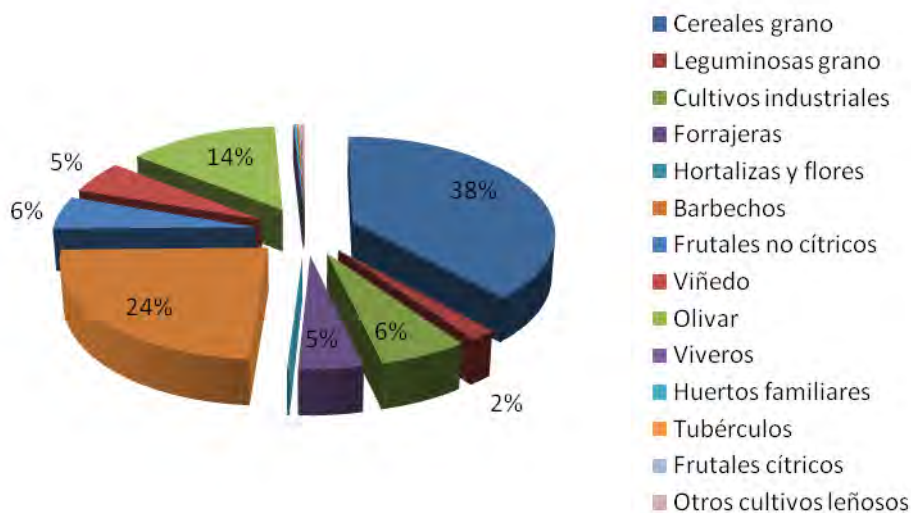


Gráfico 4.8. Distribución de la superficie dedicada a cultivos de secano en España en el año 2009 (, MARM, 2010).

Destaca en Extremadura el porcentaje de superficie de cultivo de secano dedicada al olivar, 26%, frente al conjunto del país, 14% y la diferencia de tres puntos porcentuales en la superficie destinada al viñedo, 8% en la región y 5% a nivel nacional.

El **cultivo de regadío** que en Extremadura ocupa mayor superficie es el de los cereales en grano con 90.135 hectáreas, seguido de los cultivos industriales con 33.636 hectáreas y el olivar y las plantas forrajeras con 32.783 y 31.413 hectáreas de cultivo respectivamente (Gráfico 4.9).

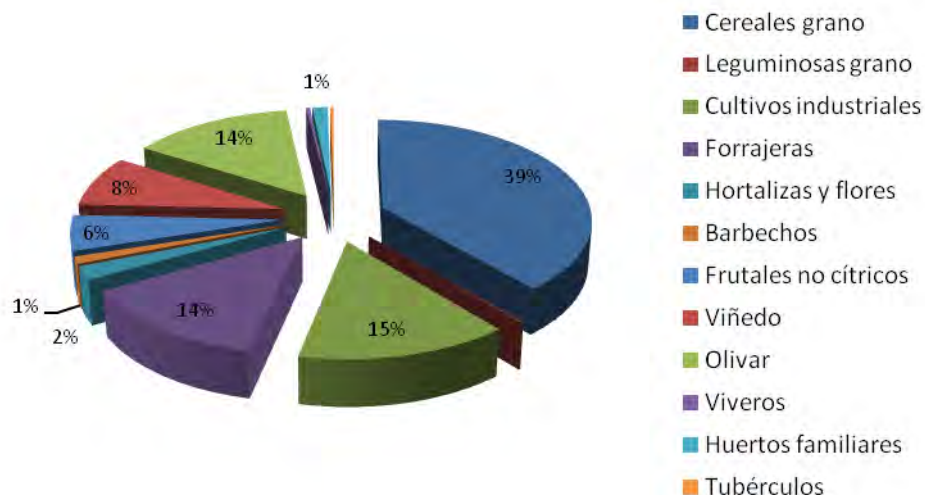


Gráfico 4.9. Distribución de la superficie dedicada a cultivos de regadío en la Comunidad Autónoma de Extremadura en el año 2009 (, MARM, 2010).

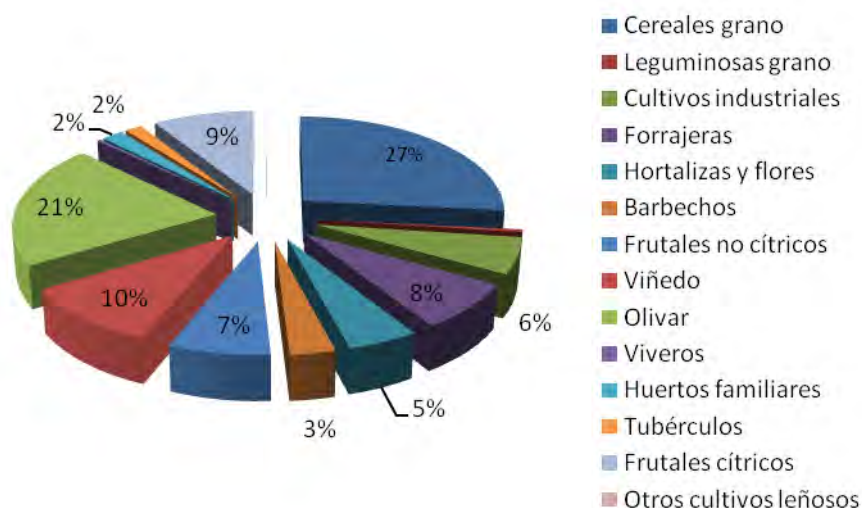


Gráfico 4.10. Distribución de la superficie dedicada a cultivos de regadío en España en 2009 (, MARM, 2010).

En España, al igual que en Extremadura, el cultivo de regadío que más superficie ocupa son los cereales en grano con 892.264 hectáreas y un 27% sobre el total, seguidos del olivar con 689.267 hectáreas y un porcentaje del 21% (Gráfico 4.10), frente al 14% que supone a nivel regional (Gráfico 4.9), y del viñedo con 346.533 hectáreas. En cuarto lugar, se encuentra la superficie dedicada al cultivo de los frutales cítricos con 304.156 hectáreas, cultivo éste muy poco significativo a nivel regional.

Por contra, en la Comunidad el 39% de la superficie de regadío se dedica a la siembra de cereales en grano, porcentaje éste que está muy por encima del 27% destinado a nivel estatal; y el 15% a los cultivos industriales frente al 6% de España (Gráficos 4.9 y 4.10). También se aprecian diferencias significativas en los porcentajes de superficie de regadío destinada al cultivo de las plantas forrajeras, 14% en Extremadura frente al 8% nacional.

### Producción agrícola en Extremadura

Respecto a las principales producciones de la agricultura extremeña en el año 2008 destacan por encima de todos los demás, el vino y el mosto con 3.642.193 toneladas producidas (Gráfico 4.11). A continuación se encuentra la producción de cereales en



grano, 1.619.066 toneladas, y en tercer lugar se sitúa la producción de cultivos hortícolas, con 1.421.003 toneladas y entre los que sobresale el tomate de industria, con 1.238.133 toneladas producidas en 2008.

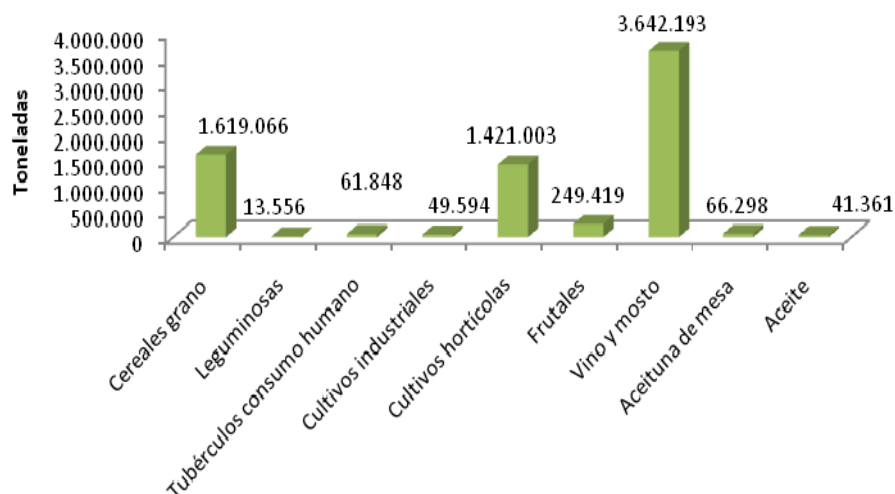


Gráfico 4.11. Producciones agrarias en Extremadura en el año 2008 (Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural, 2010).

Dentro de los cereales en grano predomina la producción del maíz, con 672.888 toneladas y un porcentaje del 42% con respecto al total de la producción de este tipo de cultivos (Gráfico 4.12), seguido del trigo, con 365.964 toneladas y de la cebada con 217.246 toneladas.

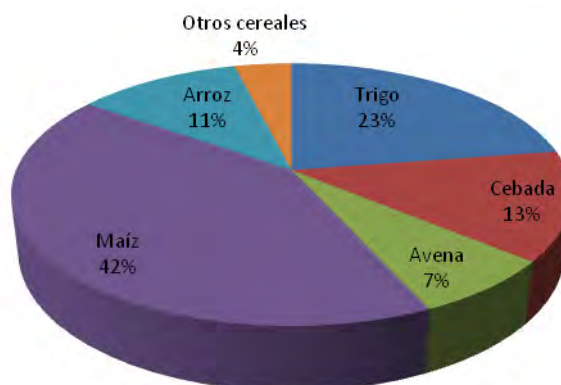


Gráfico 4.12. Producciones agrarias, en porcentaje, en la Comunidad Autónoma de Extremadura en el año 2008 (Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural, 2010).

El viñedo, que en términos relativos de superficie respecto al total de hectáreas cultivadas representa, el 8% en el año 2009 en la región extremeña (Gráfico 4.4), se centra principalmente en viñas para la vinificación. Destaca la posición de Extremadura en la elaboración de vino, ya que es la tercera Comunidad española, por detrás de Castilla la Mancha y Cataluña, con 2,6 millones de hectolitros producidos, de los que 96.543 están acogidos bajo denominación de origen y 200.000 son vinos de mesa con indicación geográfica.

La evolución de las principales producciones de la agricultura extremeña en el periodo comprendido entre los años 2004-2008, refleja que el vino y el mosto experimentaron una subida del 22,53% en el año 2008 respecto al 2007.

De la misma manera, se ha producido una evolución constante de los cereales en grano desde el 2006, año en el que se incrementaron un 23,18%, siendo del 6,38% el aumento apreciado en el 2008 con respecto al año anterior.

Cabe destacar la importancia en la región de la producción tanto de la aceituna de mesa, con 66.298 toneladas producidas en 2008, aunque viene experimentando caídas desde el 2005, como del aceite con 41.361 toneladas producidas, y con descensos también bastante significativos desde el año 2007 (Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural,2010).

## 4.2. Impactos del cambio climático sobre el sector agrícola

El cambio climático puede provocar efectos complejos en los procesos físicos y biológicos que sustentan los ecosistemas agrícolas en la región. Estos efectos pueden ser muy diversos y no uniformes a lo largo de la geografía extremeña, provocando mejoras de las condiciones ambientales de parte de la región, mientras que los efectos negativos serán desastrosos para la otra parte de la región.

El cambio climático puede afectar a la agricultura en tres aspectos fundamentalmente, en el incremento de la temperatura tanto del aire como del suelo, en la variación del ciclo de precipitaciones y el aumento de los fenómenos climáticos extremos (Tabla 4.3). De estas tres consecuencias directas del cambio climático en el sector agrícola, derivan otros efectos, que pueden ser beneficios o dañinos para los diferentes sistemas agrarios.

Tabla 4.3. Resumen de las principales consecuencias del cambio climático en el sector agrícola.

Principales consecuencias del cambio climático	Efectos derivados sobre la agricultura	Positivo / Negativo
<b>Incremento de la temperatura</b>	Variación de la productividad los cultivos	Positivo / Negativo
	Incremento de las concentraciones de CO <sub>2</sub>	Positivo
	Desplazamiento hacia el norte de zonas adecuadas para los cultivos	Negativo
	Incremento de plagas y enfermedades	Negativo
	Disminución de pérdidas de cosechas por frío	Positivo
<b>Variación del ciclo de precipitaciones</b>	Pérdida de la productividad de cultivos por falta de recursos hídricos	Negativo
	Pérdida de calidad del suelo	Negativo
	Menor capacidad de retención del suelo	Negativo
<b>Fenómenos climáticos extremos</b>	Incremento de olas de frío y de calor	Negativo
	Erosión del suelo debido a lluvias torrenciales	Negativo
	Incendios incontrolados	Negativo

### Incremento de las temperaturas

El cambio climático conllevará un incremento de las temperaturas, esto plantea dos efectos diferentes en los cultivos. Si el aumento de las temperaturas se produce de manera moderada, se podría producir un efecto positivo en la agricultura, ya que se podría incrementar la productividad de algunos cultivos, siempre y cuando los recursos hídricos no fueran un factor limitante. Sin embargo, la productividad de los cultivos disminuiría con el incremento de la temperatura local especialmente en regiones secas y tropicales (IPCC, 2007).

Por el contrario, el ascenso drástico de las temperaturas unido a una disminución de las precipitaciones podría provocar efectos negativos en la producción agrícola, ya que se rebasaría la tolerancia térmica de los mismos, al incrementarse la demanda evapotranspirativa en los cultivos, afectando negativamente a las tasas fotosintéticas. Estos efectos podrían ser aún más catastróficos en el sur y sureste de España, donde se produciría mayor estrés térmico debido a la mayor demanda de agua (Moreno *et al.*, 2005). La temperatura es un factor fundamental en la productividad de los cultivos, y esta productividad tendrá una disminución mayor a medida que el aumento de temperatura se vea incrementado (IPCC, 2007).

El aumento de las temperaturas y las variaciones de las de precipitaciones propiciará, también, la variación de los ciclos de los cultivos, acelerando el ciclo vegetativo y acortando las fechas de floración, lo que provocará variaciones de productividad de sistemas agrícola (Moreno *et al.*, 2005).

Otro de los efectos derivados del cambio climático podría ser el incremento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, que podría llevar consigo un incremento de las tasas fotosintéticas de los cultivos y una disminución de las tasas de transpiración si las conductancias estomáticas responden a este incremento (Rodríguez *et al.*, 2001). Estas dos respuestas implicarían, en principio, un aumento en la productividad y en la eficiencia en el uso del agua (Moreno *et al.*, 2005).

El incremento de las temperaturas en ciertas zonas podría desplazar hacia regiones situadas más al norte, las zonas más adecuadas para el cultivo. Este desplazamiento de cultivos producirá una pérdida de competitividad agraria de unas zonas frente a otras, repercutiendo en el abandono de la productividad agraria de las zonas más vulnerables con la consecuente merma económica y social que conlleva (Moreno *et al.*, 2005). Existen estudios que avalan, que a nivel mundial la productividad de los cultivos podría aumentar ligeramente, de las latitudes medias a altas, para el incremento de la temperatura media local de 1 °C a 3 °C en función del tipo de cultivo, para seguidamente disminuir por debajo de ese nivel en algunas regiones (IPCC, 2007).

Los cambios en las temperaturas podrían afectar a la distribución de las plagas y enfermedades de los cultivos. Los incrementos de temperaturas aumentarían el alcance de las plagas o enfermedades que afectan a los cultivos, esto es debido a que las bajas temperaturas del invierno que se alcanzan en algunas zonas geográficas, sirven como un control natural frente a plagas o enfermedades (Moreno *et al.*, 2005). Los cultivos agrícolas son hospedadores de numerosos organismos, algunos de los cuáles son causantes de plagas y enfermedades, pueden resultar nocivos para los mismos y el cambio climático podría modificar el efecto de estos agentes patógenos, además el aumento de las temperaturas podría provocar el desarrollo más rápido de generaciones de plagas y por tanto la incidencia de insectos dañinos (Abanades *et al.*, 2009). El aumento de las plagas en los cultivos podría mermar drásticamente la producción de los mismos, provocando importantes perjuicios en la economía del sector.

Otro efecto positivo derivado del incremento de temperaturas, podría ser una disminución de las pérdidas de las cosechas por efecto del frío. Las proyecciones indican que el cambio climático puede conllevar una disminución de los días y las noches frías, lo que podría aumentar la productividad de las cosechas (IPCC, 2007).

Dada la importancia que los impactos que el cambio climático tendrán a escala mundial, se han realizado proyecciones de las pautas de calentamiento superficial para finales del siglo XXI (2090-2099), en las que se observan variaciones de la temperatura superficial de la Tierra. Para proyecciones en el escenario A1B, el calentamiento máximo se producirá sobre la tierra firme en la mayoría de las latitudes septentrionales altas, y mínimo sobre el océano austral y partes del Atlántico Norte (IPCC, 2007) (Gráfico 4.13). De acuerdo con esta proyección, la temperatura superficial en la Península Ibérica puede aumentar entre los 2,5 y 4,5 °C.

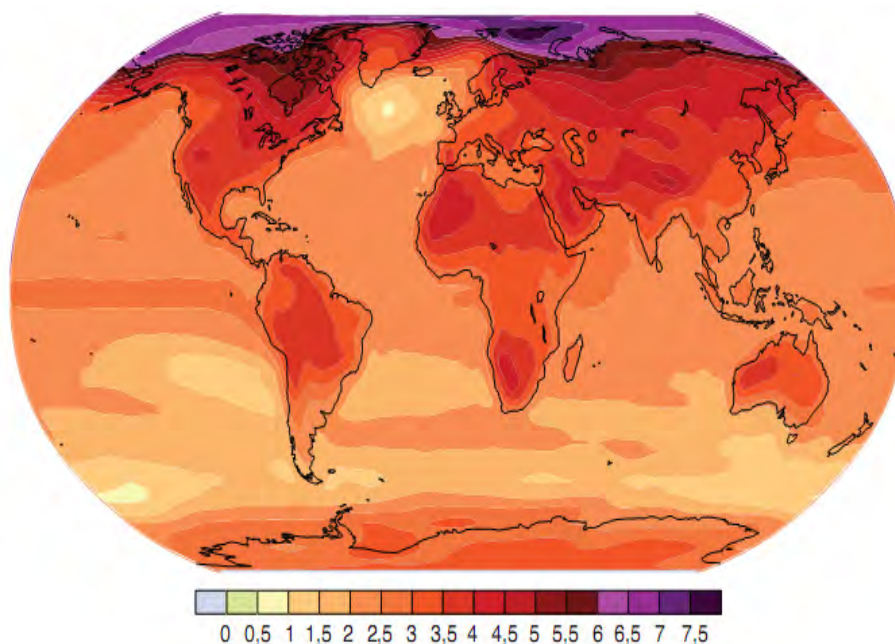


Gráfico 4.13. Proyección del cambio de la temperatura superficial a nivel mundial para finales del siglo XXI en el escenario A1B (IPCC, 2007).

Los impactos que va a tener el cambio climático en los diferentes cultivos van a variar dependiendo del tipo de cultivo y la zona en la que se cultive, lo que hace necesario analizar cada cultivo de manera independiente (Moreno *et al.*, 2005).

Existen numerosos estudios que analizan los impactos del cambio climático en el rendimiento de determinados cultivos agrícolas mediante modelos de simulación. Uno de éstos estudios realiza modelos de simulación de la productividad del cultivo de la cebada barley (*Mordeum vulgare*), donde se analiza de manera pormenorizada la productividad de la cebada en secano, sin riego, en escenarios de clima actual y en el escenario de emisiones A2 generados por el modelo de simulación de sistemas CropSyst conectado al modelo de clima regional GKSS (Mínguez e Iglesias, 1996). Los resultados de la modelización indican que, en términos generales, en la Comunidad Autónoma de Extremadura el cultivo de la cebada tendrá menor rendimiento para el modelo de emisiones A2 que en condiciones de emisiones actuales, por lo tanto, la productividad de la cebada en Extremadura disminuirá de manera considerable provocando graves consecuencias en la economía de la Comunidad. Los tonos rojos y amarillos indican bajo rendimiento; los tonos verdes y azules indican alto rendimiento.

El aumento de temperatura podría tener un efecto acelerador en la salinización de los suelos, especialmente en zonas donde la producción agrícola sea intensa. La principal causa de salinización de los suelos agrícolas parte de la combinación de cultivos de regadíos con suelos de pobre drenaje, cuando los suelos no son capaces de drenar eficazmente, las sales tienden a acumularse en las capas superficiales del suelo, afectando a la osmosis o a la absorción de agua por parte de la planta. Los procesos de salinización del suelo tenderán a empeorar cuando las precipitaciones disminuyan y se incrementen los procesos evapotranspirativos, lo que repercutirá en reducción de las cosechas. Por lo tanto, la salinización de los suelos, es uno de los procesos de degradación del suelo más preocupante ya que conduce a la desertificación (Moreno *et al.*, 2005).

### Variación del ciclo de precipitaciones

En ausencia de agua los cultivos podrían verse gravemente afectados, no sólo por la disponibilidad de los recursos hídricos, sino también por el agravamiento de los impactos derivados del incremento de las temperaturas.

Por tanto, la disminución de las precipitaciones es otro factor que afectará a la producción de cultivos, disminuyendo la productividad, en especial a los cultivos extremadamente sensibles a la disponibilidad hídrica. Además de la disminución de las precipitaciones, se espera que se produzcan cambios en los patrones de estacionalidad debido al cambio climático, como heladas primaverales o heladas de otoño que provocarán a su vez una disminución de la productividad de muchos árboles, como pueden ser los frutales (Libro Blanco, 2009).

Entre los sistemas agrícolas más vulnerables a los efectos del cambio climático, se encuentran los sistemas de secano y las zonas áridas y semiáridas, donde previsiblemente se producirán mayores impactos negativos. Además de los impactos negativos derivados de la escasez de recursos hídricos, los sistemas áridos y semiáridos perderán calidad del suelo debido a que generarán menor cantidad de residuos de cosechas, por lo que el retorno de residuos agrícolas al suelo será bajo, afectando a la cantidad de materia orgánica presente en el suelo. El contenido de materia orgánica en el suelo influirá a su vez en la capacidad de retención de agua y en la capacidad de suministrar nutrientes a los cultivos con las implicaciones sobre la productividad en los sistemas agrícolas que esto conlleva. El efecto del cambio climático sobre el carbono orgánico del suelo es fundamental para los sistemas agrícolas, ya que si se ve afectado los recursos edáficos, esto repercutirá en la productividad de las cosechas (Moreno *et al.*, 2005).

Las necesidades hídricas de los distintos cultivos, es otro de los impactos del cambio climático donde se trabaja de manera incesante, revelando las necesidades de agua de riego en cultivos (Mínguez *et al.*, 1998 a y 1998 b). En el caso del cultivo del maíz, las necesidades hídricas serán menores en climas futuros, pese a que aumenten las temperaturas. Esto es debido a que las altas temperaturas previstas acortarán el ciclo vegetativo de los cultivos y como consecuencia se producirá una disminución del rendimiento de los cultivos. En ambientes de elevada concentración de CO<sub>2</sub>, el impacto negativo de una mayor evapotranspiración diaria, consecuencias de las altas temperaturas, se puede compensar por una mayor precocidad en los ciclos y por una mayor eficiencia del uso del agua (Moreno *et al.*, 2005).

### Fenómenos climáticos extremos

Los fenómenos climáticos extremos como sequías, olas de calor o de frío, incendios incontrolados o lluvias torrenciales provocará efectos devastadores sobre en el sector agrícola, ya que ocasionarán pérdidas importantes en los cultivos. Se prevé que aumente la frecuencia de las sequías e inundaciones, afectando negativamente a la producción local de cultivos (IPCC, 2007).

Los fenómenos tormentosos extremos con gran nivel de precipitación y escorrentías asociadas, podrían producir el lavado de suelos y la erosión de los mismos, siendo este lavado más perjudicial en suelos con bajo nivel de materia orgánica y afectando, por lo tanto, a la calidad de los suelos de cultivos (Moreno *et al.*, 2005).

La mayor frecuencia de incendios incontrolados derivados del cambio climático podría afectar a zonas de cultivos, provocando importantes mermas económicas, no sólo por las pérdidas de las cosechas de ese año, sino por el importante deterioro que sufren los suelos por causa de los incendios y las cenizas.

En términos generales, los cambios previstos en la región son el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, la subida de las temperaturas, los cambios en los patrones anuales y estacionales de las precipitaciones y el aumento de la frecuencia de los fenómenos climáticos extremos. En consecuencia, el volumen, la calidad y la estabilidad de la producción agrícola y del entorno donde se practica la agricultura sufrirán cambios fundamentales, como la variabilidad de la disponibilidad de los recursos hídricos, aumento de plagas y enfermedades, y variación del estado y la calidad de los suelos. En condiciones climáticas extremas, la degradación de ecosistemas agrícolas puede conducir a la desertización y, por lo tanto, a la pérdida total de la capacidad productiva de las tierras afectadas (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Agricultura y Zonas Rurales, 2009).

Debido a la importancia del sector agrícola en Extremadura y a las repercusiones que sobre éste va a tener el cambio climático, en la región existen numerosos grupos de investigación que desarrollan líneas de actuación relacionadas con los impactos que el cambio climático va a tener sobre el sector agrícola; muchos de estos investigadores están adscritos al centro de investigación agraria Finca La Orden-Valdesequera (Tabla 4.4).

Un efecto derivado del cambio climático en el que se están centrando numerosos proyectos en Extremadura, es la fertilidad del suelo de cultivos. Actualmente se está desarrollando en el centro de investigación agraria Finca La Orden-Valdesequera por la investigadora Carlota Daza Delgado, un proyecto denominado "*El uso eficiente del nitrógeno en rotaciones hortícolas*" que pretende mejorar la eficiencia del uso del nitrógeno en las rotaciones hortícolas en las Vegas del Guadiana, Extremadura. Mediante el análisis comparativo de las prácticas de abonado nitrogenado que se emplea en la actualidad, y las medidas recogidas en el Código Códigos de Buenas Prácticas Agrarias de la Comunidad Autónoma de Extremadura, se elaborarán una serie de recomendaciones específicas del manejo del nitrógeno - dosis, tipo de abono y épocas de aplicación-. Complementariamente, se sugerirán pautas de riego y de manejo de residuos que mejorará la eficiencia del nitrógeno en las rotaciones de cultivos hortícolas.

### 4.3. El cambio climático: agricultura y recursos edáficos

En la actualidad gran parte de la superficie española se encuentra amenazada por procesos de desertificación, especialmente por el impacto de los incendios forestales, la pérdida de fertilidad de suelos de regadío por la salinización y la erosión de los mismos. El cambio climático podría agravar dichos problemas de forma generalizada en todo el territorio y especialmente en zonas del país con clima mediterráneo seco y semiárido (Moreno *et al.*, 2005).

El suelo tiene un papel fundamental en la agricultura como fuente de sustrato y como soporte para la producción de alimentos. Por lo tanto, la pérdida o deterioro de los recursos edáficos produciría graves pérdidas en este sector (Moreno *et al.*, 2005).

Uno de los componentes esenciales de la fertilidad natural de los suelos es su contenido en carbono orgánico. Se estima que la pérdida de carbono orgánico de los suelos podría oscilar entre el 6 y 7% por cada grado que aumente la temperatura, aunque este valor podría variar según sea la variación del ciclo de las precipitaciones y las características propias del suelo y sus usos. La disminución generalizada del carbono orgánico del suelo como consecuencia del aumento de la temperatura y de la sequía derivado del cambio climático, podría afectar de forma negativa a las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos y aumentaría el riesgo de erosión y desertificación (Moreno *et al.*, 2005).

El investigador D. Joaquín Francisco Lavado Contador del Grupo de Investigación GeoAmbiental (GIGA) de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Extremadura, ha desarrollado un proyecto denominado *Sensibilidad ambiental a la degradación en Extremadura*, cuyo objetivo principal es identificar áreas con diferentes sensibilidad ambiental a la degradación en Extremadura y plantear la metodología empleada para su delimitación. La identificación de las áreas con diferente grado de sensibilidad ambiental se realiza en forma cartográfica mediante el Índice de Sensibilidad Ambiental, (ESAI), para cuyo cálculo se consideran elementos de calidad ambiental (clima, vegetación, suelo) y factores antrópicos (relacionados con la calidad del manejo y la gestión).

**Tabla 4.4. Proyectos llevados a cabo en el centro de investigación agraria Finca La Orden-Valdesequera, relacionados con las repercusiones del cambio climático en el sector agrícola.**

Nombre del proyecto	Investigador responsable	Departamento
Recuperación y conservación de la fertilidad de suelos agrícolas	Victor Moreno Cruz	Cultivos extensivos
Variabilidad espacial y optimización de la producción del cultivo de colza en siembra directa mediante agricultura de precisión	José M <sup>a</sup> Terrón López	Cultivos extensivos
Selección de variedades tradicionales de hortalizas adaptadas al cultivo ecológico	Juan Gragera Facundo	Hortofrutícola
Estrategias de riego deficitario para el control del vigor en plantaciones de olivar en seto en Extremadura y su efecto sobre la producción y calidad del aceite	M <sup>a</sup> Henar Prieto Losada/ Juan Manuel Pérez Rodríguez	Hortofrutícola
Control de malas hierbas en arrozales en Extremadura	M <sup>a</sup> Dolores Osuna Ruiz	Hortofrutícola
Variedad riego deficitario y otras prácticas de cultivo en la vid.Tempranillo en Extremadura	M <sup>a</sup> del Henar Prieto Losada/ David Uriarte Hernández	Hortofrutícola
La biofumigación y la biosolarización para el control de la Tristeza del pimiento causada por <i>Phytophthora capsici</i> y/o <i>P. parasítica</i> en Murcia, Extremadura y el País Vasco	M <sup>a</sup> del Carmen Rodríguez Molina	Fitopatología
Investigación de métodos de control del “gusano cabezudo” ( <i>Capnodys tenebryonis</i> L) compatibles con la agricultura ecológica	José del Moral de la Vega	Fitopatología
Selección de <i>Aegilops</i> spp, como fuente de resistencia a <i>Mayetiola destructor</i> y su utilización en cruzamientos con trigo para la obtención de variedades resistentes al parásito	Francisco José Pérez Rojas	Fitopatología
Comportamiento de las plantaciones de viñedo (cv. Tempranillo) conducidas en espaldera y con riego localizado al someterlas a podas tradicionales, poda mecánica y vendimia en verde en cuanto a producciones y calidad de los vinos obtenidos	Julián Membrillo Moreno	Hortofrutícola
Empleo de estrategias de riego deficitario controlado en ciruelo japonés	María José Moñino Espino	Hortofrutícola
Conservación y mantenimiento del Banco de Germoplasma de higuera ( <i>Ficus carica</i> L.) y de cerezo ( <i>Prunus avium</i> L.)	Margaritas López Corrales	Hortofrutícola
Licopeno y aromas, distintivo de calidad en tomate de industria. Influencia del genotipo y efectos de factores ambientales y técnicas de cultivo	Juan Gragera Facundo	Hortofrutícola

Los resultados extraídos de este proyecto son mapas cartográficos elaborados mediante el cálculo de los índices parciales de calidad del clima, suelo, vegetación y manejo/ gestión (Gráfico 4.14) y dos mapas que expresan la sensibilidad ambiental a la degradación mediante diferente resolución, uno de ellos con cuatro clases de sensibilidad y el otro con ocho clases de sensibilidad (Gráfico 4.15).

De este estudio se desprende, que, aproximadamente el 67% de la región corresponde a algunas de las clases críticas, de mayor sensibilidad, el 29% a alguna de las clases frágiles y un 3% se consideran áreas potenciales. Solamente el 1% del área de estudio se consideró no sensible.

#### 4.4. El cambio climático: consecuencias en el sector agrícola y en la población

Como se ha comentado ya el sector agrícola tiene un importante peso en la economía de la Comunidad Autónoma de Extremadura, a la vez que desempeña un papel social relevante como una gran fuente generadora de empleo; por lo tanto el cambio climático producirá graves repercusiones tanto en la economía como en el mercado laboral en la región.

Los impactos del cambio climático en Extremadura afectarán a la productividad de los cultivos, en algunas ocasiones aumentando la productividad, y en otras ocasiones, disminuyéndola; esto provocará un suministro inestable de alimentos al mercado y por lo tanto inseguridad alimentaria. Al aumentar la productividad de los cultivos, grandes cantidades de alimentos saldrán al mercado, disminuyendo el precio de los mismos, provocando graves pérdidas para los agricultores.

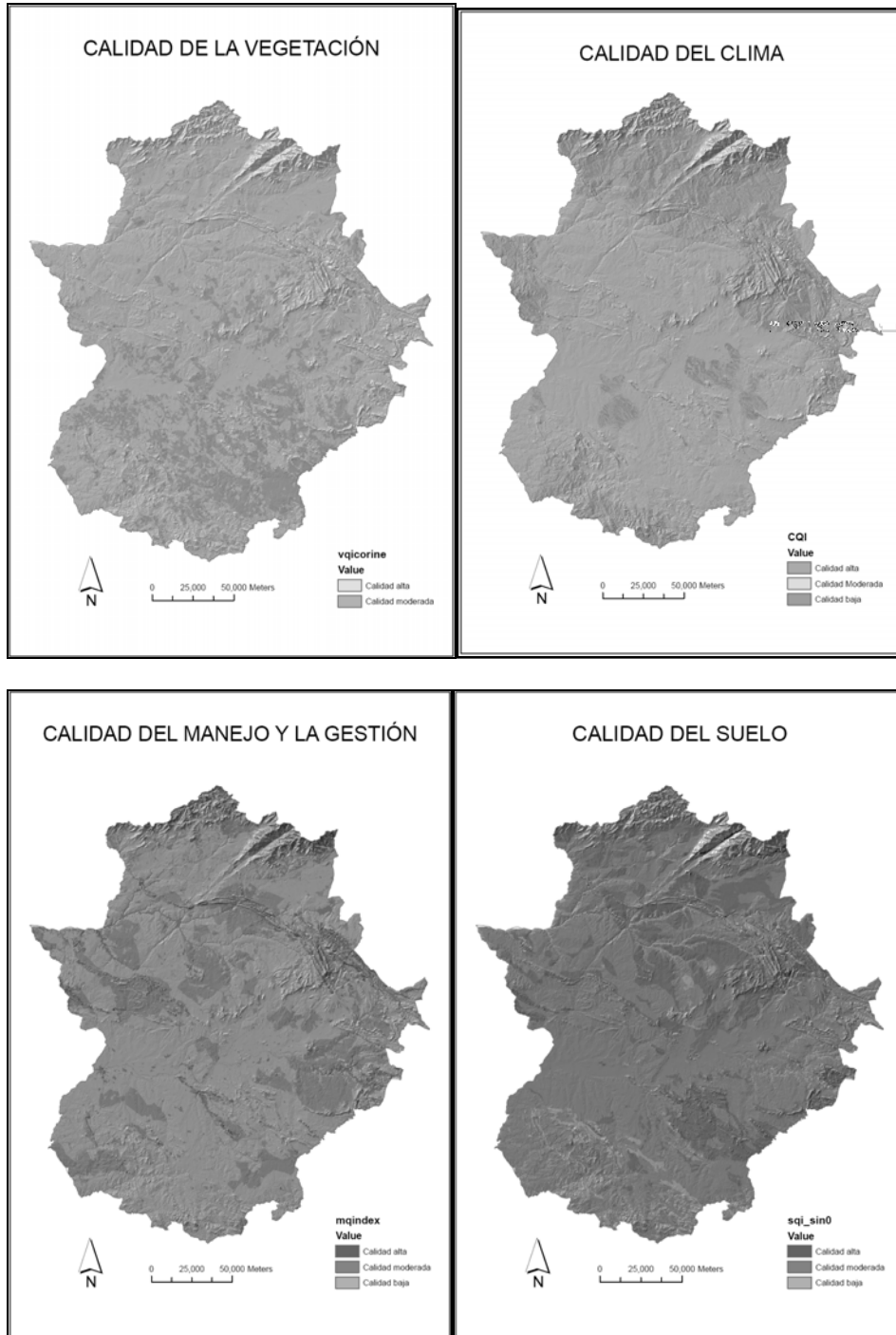


Gráfico 4.14. Cartografía de los índices de calidad parciales para clima, suelo, vegetación y manejo/gestión que intervienen en el cálculo del índice final de áreas medioambientalmente sensibles a la degradación.

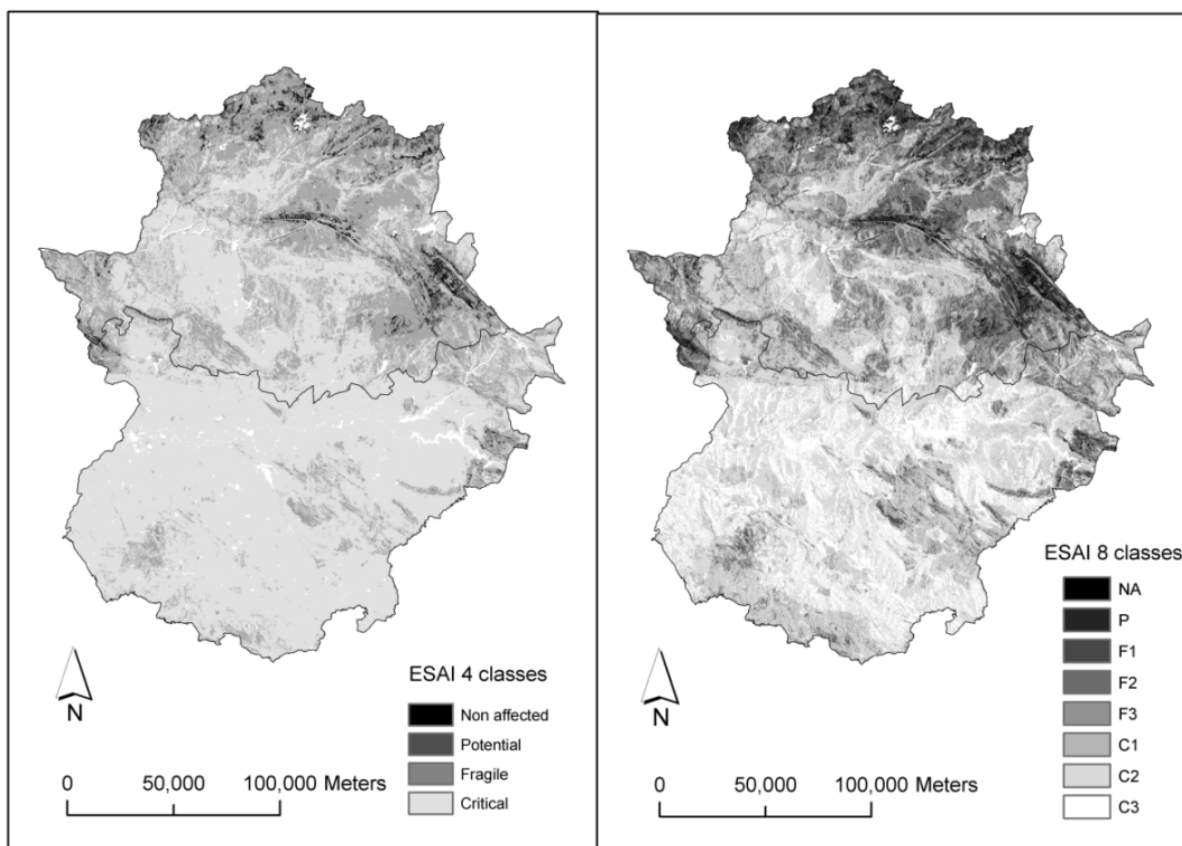


Gráfico 4.15. Mapas de sensibilidad ambiental a la degradación de cuatro y ocho clases de sensibilidad.

Por el contrario, la baja productividad de los cultivos puede derivar en una drástica disminución en el suministro de ciertos productos agrícolas, aumentando el precio de los alimentos y con ello incrementando la población amenazada por hambrunas y las desigualdades sociales.

Otro efecto el cambio climático es la variación en la estacionalidad que llevará asociado primaveras más húmedas, que puede provocar mayor riesgo de enfermedades como el desarrollo de micotoxinas en trigo y cebada.

La disponibilidad de los recursos hídricos será otro grave impacto del cambio climático sobre el sector agrícola, que vendrá agravado por la competencia con otros sectores como el industrial o el urbano por este recurso en la región. Se producirá una sobreexplotación de los acuíferos subterráneos, con consecuencias nefastas para el medio natural. La calidad de las aguas tenderá a empeorar, al existir menos volumen de agua para diluir los contaminantes. Por otro lado, la menor disponibilidad hídrica provocará menor embalsamiento de agua y por tanto la generación de energía hidroeléctrica tenderá a disminuir.

No se debe olvidar que, si bien la agricultura puede verse afectada gravemente como consecuencia de los cambios climáticos, como se ha venido comentando, al mismo tiempo la agricultura y sus usos agravan las consecuencias del mismo.

### **Contribución de la agricultura al cambio climático**

La gran extensión de superficie cultivada y el cambio climático está produciendo que la relación clima-agricultura sea muy intensa, ya que no sólo el clima afecta a la agricultura sino que la agricultura incide de manera decisiva en el clima.

La agricultura contribuye al agravamiento del cambio climático mediante:

- 1. La emisión de gases de efecto invernadero.** El sector agrícola es una importante fuente de emisión de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático. Los principales gases emitidos por la agricultura son  $N_2O$  y  $CH_4$ , y en menor medida  $CO_2$ . Las emisiones de  $N_2O$  en el sector agrícola se deben principalmente al uso de fertilizantes nitrogenados, mientras que las emisiones de  $CH_4$  proceden de transformaciones anaeróbicas de la materia orgánica en los arrozales anegados. La cantidad anual de metano que se emite desde una superficie dedicada al cultivo de



arroz utilizado, el número y la duración de los cultivos, el tipo de suelo y la temperatura, las prácticas de manejo del agua (tierras anegadas continuamente o intermitente) y el uso de fertilizantes y otros aditivos orgánicos e inorgánicos (abono verde, paja de arroz, estiércol animal, compostaje, malas hierbas acuáticas y otros tipos de biomasa acuática).

En Extremadura la superficie cultivada de arroz es de 26.405 hectáreas, lo que supone un total de 3.180 toneladas de CH<sub>4</sub>, cantidad que supone un 3% del total de las emisiones de la agricultura en la Comunidad Autónoma.

Por el contrario, las emisiones de CO<sub>2</sub> son debidas a las importantes cantidades de combustibles fósiles que consume el sector agrícola.

- 2. La contaminación de aguas.** A través de las prácticas agrarias se emiten una gran cantidad de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo que llega a mares, lagos, ríos o aguas subterráneas que pueden afectar al medio ambiente. La contaminación de las aguas limita la idoneidad de las aguas potables para consumo humano, a la vez que interviene en el proceso de eutrofización de ecosistemas acuáticos.
- 3. La calidad de suelos.** La sobreexplotación de suelos por prácticas agrícolas repercute de manera negativa tanto en la calidad de los suelos como en los procesos erosivos del mismo. La calidad de los suelos agrícolas viene determinado por el contenido de carbono orgánico en el humus que forma parte del suelo, de modo que a menor cantidad de carbono orgánico debido a prácticas agrícolas agresivas, menor es la calidad del mismo. Por otro lado, suelos frágiles con ausencia de cubierta vegetal incrementan el proceso de erosión del suelo.
- 4. La biodiversidad y los paisajes.** Existe una relación histórica entre el uso del suelo y la biodiversidad, que se inició con la clarificación de paisajes forestales para su explotación agrícola, dando como resultado paisajes agrícolas diversos y muy característicos, a menudo con gran riqueza de flora y fauna. Una vez alcanzados niveles máximos de biodiversidad, en la mayoría de países europeos, empezó a disminuir la biodiversidad a la vez que se intensificaban los procesos agrícolas. A medida que aumenta el uso del suelo para labores agrícolas se provoca la disminución de paisajes forestales.

### Los sumideros de carbono en el sector agrícola

Una destacada función del sector agrícola en Extremadura es su capacidad de actuar como sumideros de carbono a través de la captación de CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Esta función de sumidero de los suelos disminuye la concentración de estos gases en la atmósfera y con ello, la aceleración del cambio climático.

Para evaluar la capacidad de fijación y reservorio de carbono de los sistemas agrícolas, hay que diferenciar los **cultivos anuales de los arbóreos**. El ciclo de vida de las especies herbáceas anuales determina que no exista acumulación de carbono a largo plazo, debido a que el incremento neto anual de biomasa se asocia al crecimiento y se pierde por la muerte o cosecha de los cultivos, de los **Cultivos Arbóreos** donde las especies permanecen a lo largo del tiempo se produce la captación neta de carbono.

El carbono ingresa en el sistema vegetal a través de la fotosíntesis y sale del mismo por la respiración vegetal y microbiana. Cuando la biomasa vegetal muere, pasa a convertirse en residuos vegetales; durante su descomposición se liberan nutrientes y se emite CO<sub>2</sub>. Éste también es generado en el proceso de mineralización de la materia orgánica humificada. La suma de la emisión de CO<sub>2</sub> por descomposición y mineralización constituye la respiración microbiana o heterotrófica del suelo. El carbono de los residuos que no es emitido como CO<sub>2</sub> durante la descomposición, pasa a formar parte de la biomasa microbiana en un primer momento y posteriormente se integra en las sustancias orgánicas más estables mediante la humificación (García *et al.*, 2005).

De acuerdo con las Directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (Houghton *et al.*, 1996), se ha estimado la captación de carbono atmosférico por los ecosistemas extremeños considerando seis categorías de terreno, forestales, cultivos, pastizales, humedales, urbano y otros. Los períodos analizados fueron comprendidos entre los años 2000 y 2006 (García *et al.*, 2010)

La tasa anual media de intercambio neto de CO<sub>2</sub> de la biomasa durante el periodo 1990-2000 de los ecosistemas forestales en Extremadura alcanzó 17,10 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>, mientras que los cultivos retiraron de la atmósfera anualmente 5,6 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> debido a la biomasa. Por el contrario, en los pastizales extremeños se produjo una pérdida de carbono en la biomasa que alcanzó -1,1 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> al igual que ocurre en terrenos urbanos y humedales extremeños, donde la pérdida de carbono debido a la biomasa, durante el periodo analizado alcanzó -3,3 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> y -6,6 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> respectivamente (Gráfico 4.16) (García *et al.*, 2010)

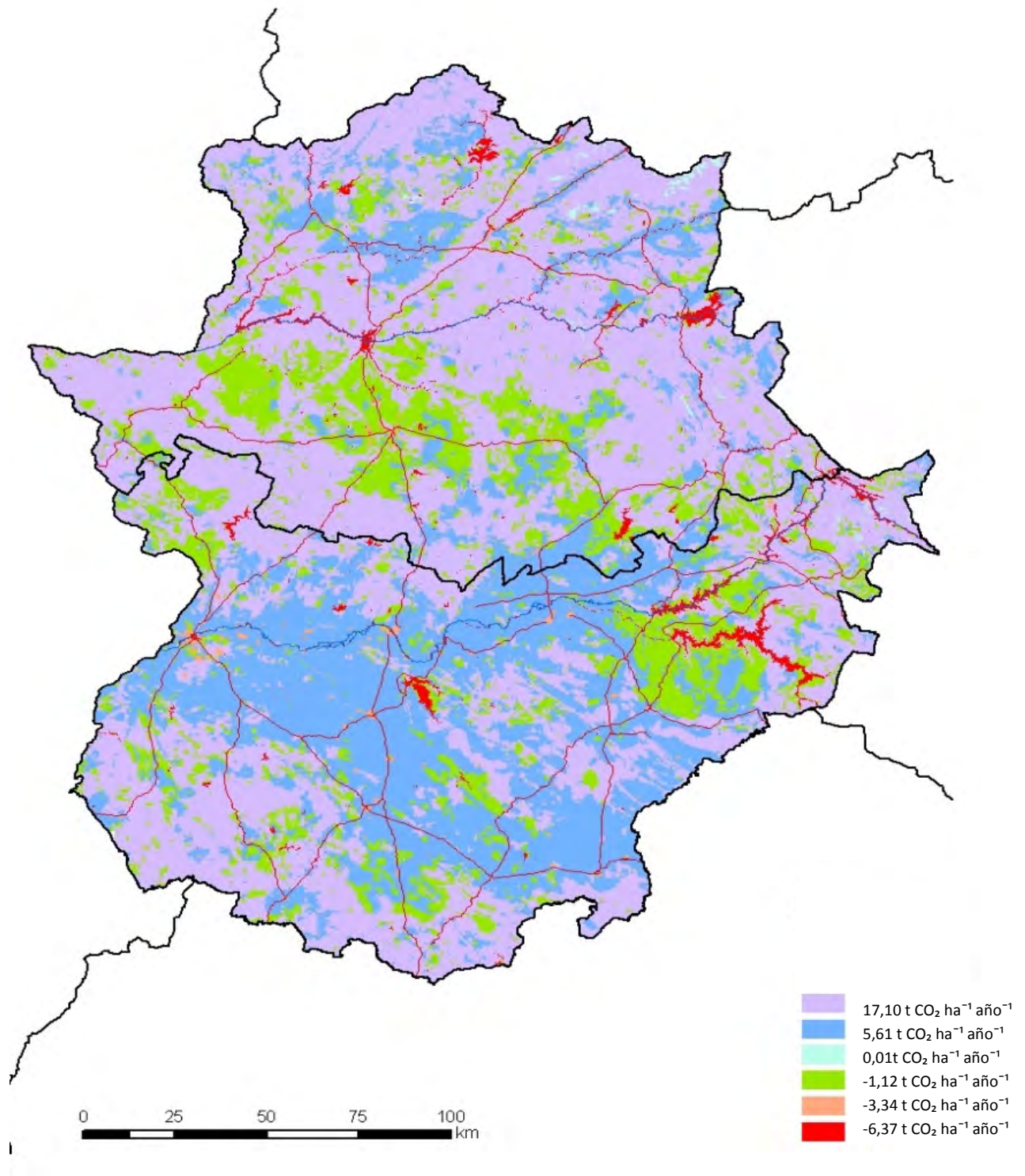


Gráfico 4.16. Intercambio neto de carbono por parte de la biomasa de los sumideros de Extremadura (toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

En conjunto, durante el período 1990-2000, se retiraron de la atmósfera 1.349.417 t C año<sup>-1</sup> a través de la biomasa presente en Extremadura, de las que el 19% correspondía a cultivos.

Durante el período 2000-2006 se produjo un notable incremento de la captación de carbono por los sumideros extremeños, ya que la biomasa absorbió netamente 2.548.661 t CO<sub>2</sub> año<sup>-1</sup>, el 95% debido a los árboles cultivados en la región.

Es posible desarrollar una serie de actividades en el sector agrícola que permita aumentar la capacidad de captación de los cultivos, como pueden ser

- Aumentar la superficie de cultivo gestionado mediante siembra directa y laboreo mínimo y para evitar pérdidas de carbono almacenado en el suelo.
- Dotar a las superficies con cultivos leñosos, de una cubierta vegetal herbácea en el suelo, aumentando la capacidad de captación de los suelos.
- Fomentar la producción ecológica.
- Sustituir los cultivos herbáceos por cultivos leñosos con la mayor capacidad de absorción dentro de su categoría.

#### 4.5. Necesidad de adaptación de la agricultura al cambio climático

Los impactos que el cambio climático va a provocar en Extremadura van a forzar al sector agrícola a adoptar una serie de medidas que permitan anticiparse a los efectos adversos. Dichas medidas recogen desde soluciones tecnológicas en explotaciones o estructuras hasta cambios políticos, que serán estructuradas en estrategias planificadas basadas en el análisis de los impactos del cambio climático en la región.

El sector agrícola extremeño va a tener que hacer frente a la evolución constante de los patrones de cultivo y a cambios en las prácticas de manejo agrícola y de uso del suelo garantizando la permanencia de la productividad de los cultivos. Para ello, es fundamental aprovechar los conocimientos y la experiencia de los agricultores de la región y el impulso de medidas de adaptación planificadas por parte de las autoridades públicas extremeñas. Todo este proceso será paralelo al desarrollo de medidas encaminadas a la mitigación de las emisiones producidas por el propio sector.

La planificación de medidas de adaptación es un reto, debido a las incertidumbres de los acontecimientos climáticos y sus impactos específicos que hace difícil identificar los cambios que se van a producir en los sistemas agrícolas. Por ello, es preciso gestionar la información disponible al respecto y desarrollar técnicas de actualizaciones de la misma que permitan incorporar conocimiento y reduzcan las incertidumbres. Sobre esta base de datos será posible asentar las medidas de adaptación al cambio climático que, igualmente, deberán mostrar suficiente flexibilidad como para responder a los procesos de cambios previstos.

El Gobierno de Extremadura, reconociendo la necesidad de adquirir capacidad de anticipación ante los efectos del cambio climático en la región, y especialmente en sectores claves como la agricultura, incluyó en la Estrategia de Cambio Climático para Extremadura, el principio de prevención, en el que se basa toda la política regional de adaptación al cambio climático.

## 5. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR FORESTAL

El sector forestal extremeño desempeña un papel fundamental en el equilibrio de los sistemas naturales y en la preservación del medio ambiente en la región. La capacidad de intercambio y almacenamiento de carbono que caracteriza a los terrenos forestales les confiere una función primordial en el balance global de carbono. Al mismo tiempo, los bosques participan en distintas fases del ciclo hidrológico, incluyendo la captación, la evapotranspiración, la filtración y la escorrentía.

La importancia del sector forestal en Extremadura estriba en la oferta de funciones no solo ecológicas, sino también económicas y sociales, que contribuyen al incremento de la calidad de vida de la población. Desde el punto de vista económico, los bosques constituyen una fuente de ingresos relacionada con el aprovechamiento maderero, la recogida de frutos, el ecoturismo, la caza y la pesca, entre otros. Asimismo, en materia de medio ambiente, son esenciales para la conservación de la biodiversidad y la lucha contra el cambio climático. Por último, tienen también importancia en materia social y cultural, ya que resultan atractivos para los habitantes de las ciudades, les permiten practicar actividades recreativas o beneficiosas para la salud y representan una importante herencia cultural (Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Principales funciones del sector forestal.

<b>FUNCIONES ECOLÓGICAS</b>	Regulación del ciclo del agua
	Mantenimiento y mejora de la capacidad productiva del suelo
	Contribución a la mejora de las condiciones climáticas y atmosféricas
	Mantenimiento de la biodiversidad
	Conservación del paisaje
<b>FUNCIONES ECONÓMICAS</b>	Producción de bienes
	Producción de servicios
	Abastecimiento de materias primas a la industria y al consumo
	Mejora de la actividad económica en el medio rural
<b>FUNCIONES SOCIALES</b>	Asentamiento y fijación de poblaciones
	Recreo y satisfacción del ocio
	Usos educativos y culturales

El sector forestal es extremadamente sensible tanto a los factores naturales -condiciones climáticas extremas o los ataques de parásitos y enfermedades-, como a factores derivados de la acción del hombre – incendios, contaminación atmosférica o cambio climático-. Estas amenazas pueden alterar profundamente los bosques e incluso destruirlos. La mayoría de los factores naturales y antropogénicos que les afectan pueden tener efectos transfronterizos.

El cambio climático va a provocar impactos sobre los ecosistemas forestales que, en último término, irán en detrimento de la economía y del bienestar social, debido a que estos impactos afectarán de manera muy directa al capital natural, a la biodiversidad y a los servicios naturales que prestan.

Por todo esto, surge la necesidad de proteger el medio natural y el patrimonio forestal, de gestionar los bosques de forma sostenible y de apoyar todas las medidas que impliquen la protección de los sistemas forestales. Esta protección de los bosques debe tener como máxima prioridad la lucha contra los incendios, cuestión fundamental a la hora de combatir la desertización y evitar los efectos negativos del cambio climático.

El Gobierno de Extremadura, sabedor del importante papel que desempeña el sector forestal de la región, ha establecido el compromiso de desarrollar políticas ambientales cuyas medidas ayuden a potenciar de forma adecuada la biodiversidad, la captación de carbono, la integridad, la salud y la resistencia de los ecosistemas forestales extremeños (Estatuto de Autonomía de Extremadura, 1983).

### 5.1. El sector forestal en Extremadura

La Comunidad Autónoma de Extremadura tiene una superficie total 4.163.453 hectáreas, de las cuales 2.727.233 hectáreas están ocupadas por superficie forestal, es decir, aproximadamente el 65 % (MARM, 2009).

Esta superficie forestal representa casi el 10% de la superficie forestal nacional y sitúa a Extremadura como la cuarta región en España con mayor superficie forestal, solamente superada por las Comunidades de Castilla y León, Andalucía, y Castilla La Mancha (Gráfico 5.1) (MARM, 2009).

La densidad arbórea, o fracción de cabida cubierta, de los terrenos forestales determina la clasificación de los mismos en:

- Superficie forestal arbolada, constituida por terreno poblado con especies forestales arbóreas como manifestación vegetal dominante y cuya fracción de cabida cubierta (FCC) es superior al 5%.
- Superficie forestal desarbolada, correspondiente a terreno poblado con especies de matorral y/o pastizal natural o con débil intervención humana, con presencia o no de árboles forestales, pero con FCC < 5%.
- De la superficie forestal extremeña, 806.297,6 hectáreas corresponden a superficie forestal desarbolada y 1.921.251 hectáreas a superficie forestal arbolada, un 70% del total (MARM, 2009).



Gráfico 5.1. Superficie forestal por Comunidades Autónomas (MARM, 2009).

La superficie forestal arbolada, se distribuye, a su vez, en:

- Monte arbolado, es el terreno con arbolado cuya fracción de cabida cubierta es superior o igual al 20%
- Monte arbolado ralo, es la superficie con fracción de cabida cubierta entre el 10 y el 20 %. El monte arbolado ralo también incluye los terrenos con especies de matorral o pastizal natural como manifestación vegetal dominante, pero con árboles de fracción de cabida cubierta entre 10 y 20%
- Monte arbolado disperso, se denomina al terreno ocupado por especies arbóreas como presencia vegetal dominante con una fracción de cabida cubierta entre 5% y 10%, igualmente incluye el terreno con especies de matorral o pastizal natural como manifestación dominante, pero con presencia de árboles forestales con fracción de cabida cubierta entre 5% y 10%. Representa la transición entre el monte arbolado y el monte desarbolado

De las 1.921.251 hectáreas de superficie forestal arbolada, 783.838 hectáreas corresponden a superficie ocupada por monte arbolado no adhesado, 1.035.976 hectáreas a bosque adhesado y 101.436 hectáreas está ocupado por monte arbolado ralo y disperso (Gráfico 5.2) (MARM, 2009).

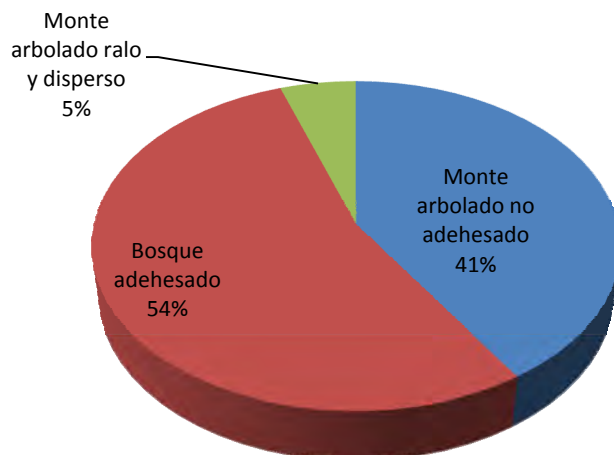


Gráfico 5.2. Distribución de la superficie forestal arbolada extremeña (MARM, 2009).

Más del 90% de la superficie forestal de Extremadura es de titularidad privada; en concreto, 2.543.471 hectáreas; en tanto que 32.438 hectáreas tienen titularidad del Estado o la Comunidad Autónoma y 151.325 hectáreas pertenecen a entidades locales, municipios o diputaciones (Gráfico 5.3) (MARM, 2009).

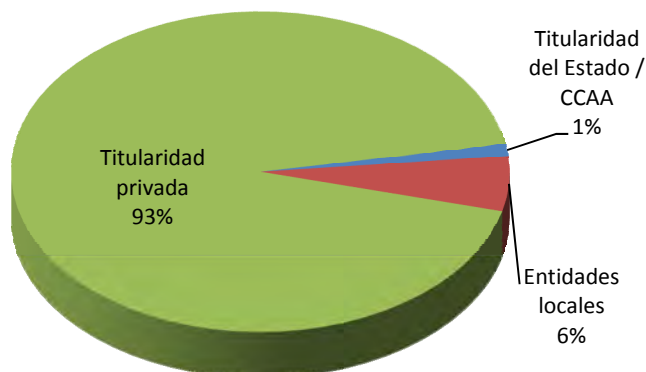


Gráfico 5.3. Distribución de la superficie forestal extremeña según la titularidad (MARM, 2009).

Las principales especies arbóreas que componen los terrenos forestales de Extremadura pertenecen al grupo de las frondosas, entre las que destacan la encina (*Quercus ilex* L.) y el alcornoque (*Quercus suber* L.). Las coníferas están representadas fundamentalmente por el pino resinero (*Pinus pinaster* Aiton.), seguido del pino piñonero (*Pinus pinea* L.) (Tabla 5.2) (MARM.2001, en adelante IFN3).

Tabla 5.2. Superficie ocupada por las principales especies forestales de Extremadura (IFN3)

Especies	Hectáreas	% Superficie Forestal Arbolada
<i>Quercus ilex</i> L. (encina)	1.308.251	68,10%
<i>Quercus suber</i> L. (alcornoque)	182.451	9,50%
<i>Pinus pinaster</i> Aiton. (pino rodeno o negral)	141.473	7,40%
<i>Quercus pireaica</i> Will. (roble, rebollo)	90.663	4,70%
<i>Eucalyptus spp.</i> (eucalipto)	87.405	4,50%
<i>Pinus pinea</i> L. (pino piñonero)	31.810	1,70%
Castanea sativa (castaño)	9.557	0,50%

Tabla 5.2. Superficie ocupada por las principales especies forestales de Extremadura (IFN3)

Especies	Hectáreas	% Superficie Forestal Arbolada
Resto de especies	69.640	3,60%
<b>Total de la superficie forestal arbolada</b>	<b>1.921.250</b>	<b>100%</b>

El sistema forestal extremeño comprende una amplia variedad de ecosistemas, cada uno de los cuales con una funcionalidad distinta dentro del sector (PFE, 2003) (Gráfico 5.4). Los grupos principales son los siguientes:

- Las **dehesas** son sistemas agrosilvopastorales que ocupan alrededor del 50% del terreno forestal de la Comunidad. Más allá de la cantidad de terreno que ocupan, su importancia radica en la multitud de funciones ecosistémicas que prestan. Gran parte de la superficie ocupada por dehesas pertenecen al sector forestal, aunque algunas zonas ocupadas por dehesas están dedicadas principalmente al cultivo agrícola.
- Los **pastizales**, en general, son el resultado de la degradación del suelo y pérdida de cubierta arbórea de las dehesas y cultivos abandonados, entre otros. La principal función de los pastizales extremeños es el de aprovechamiento ganadero. Se caracterizan por presentar una vegetación abierta dominada por especies herbáceas.
- Los **montes arbolados y desarbolados** incluye los pedregales, arenales y zonas con escasa cobertura sin cultivo agrícola.
- Los **cultivos agrícolas**, resultado de la intrusión en zonas forestales sin autorización, y los terrenos agrícolas marginales.
- Los **enclaves forestales en zonas agrícolas y los cultivos con cobertura arbórea residual** que no puedan considerarse dehesas.
- Las **zonas húmedas**, junqueras, cañaverales, formaciones arbustivas o arboladas de ribera.

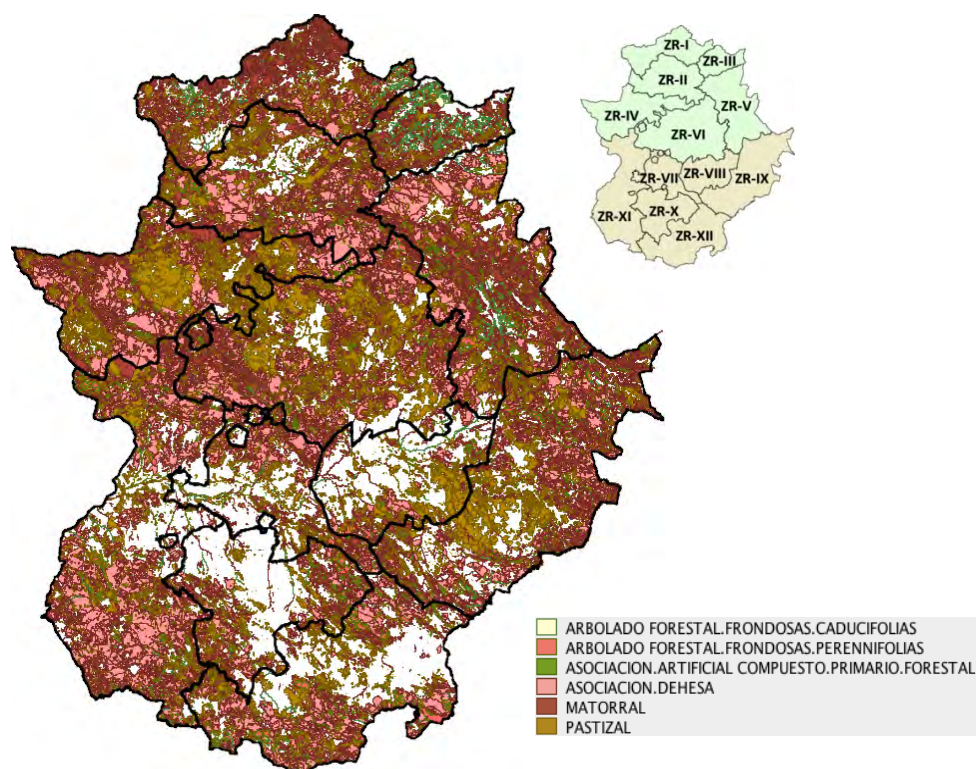


Gráfico 5.4. Sistema forestal extremeño (D.G.I.G.N., 2009). Distribución geográfica de las zonas rurales en Extremadura.

**Las dehesas extremeñas**

Las dehesas constituyen un elemento distintivo del paisaje rural de la región, cuyo origen procede de la modificación del bosque mediterráneo como resultado de la eliminación, por parte del hombre, de la espesura arbórea natural con fines agroganaderos. El resultado es un tipo de organización del monte donde se integran los aprovechamientos agrícolas, ganaderos y forestales.

Este tipo de ecosistemas constituye la formación dominante en casi todas las secciones forestales de la región, con excepción de Gata y Hurdes, donde las dehesas están relegadas por el dominio de los bosques, y en La Serena, donde la mayor superficie de terreno está ocupada por pastizales (PFE, 2003).

Siguiendo un criterio de densidad de la masa, las dehesas extremeñas pueden clasificarse en subformaciones (PFE, 2003):

- a. Las **dehesas densas** corresponden a zonas con vegetación arbolada de densidad media, con un porcentaje de cubierta superior al 30%, y subpiso florístico compuesto en buena medida por especies herbáceas pastables; en ocasiones también incluyen matorral, que presenta una pendiente inferior al 20%, o cultivos agrícolas en rotaciones periódicas. Suelen tener un aprovechamiento ganadero continuado, alternado por zonas con aprovechamiento agrícola. Su composición específica es casi exclusivamente de frondosas, principalmente encina (*Quercus ilex*, L.), mezcla de encina con alcornoque (*Quercus suber* L.), alcornoque solo, rebollo (*Quercus pirenaica* Will.) y mezcla de encina con acebuche (*Olea europea* Brot.) o con quejigo (*Quercus faginea* Lam.).

Suponen casi un 30% de las dehesas extremeñas. La mayor parte de la superficie de este tipo de dehesas se encuentra actualmente en las secciones Badajoz - Oeste, en los términos de Alburquerque, Mérida, San Vicente de Alcántara, Badajoz, Salvaleón, Olivenza, Oliva de la Frontera, Barcarrota y Táliga principalmente, seguida de la sección Sur, términos de Jerez de los Caballeros, Monesterio, Burguillos del Cerro, Fuentes de León y Salvatierra de los Barros, sección Cáceres - Centro, términos de Cáceres, Valencia de Alcántara, Brozas, Salorino, Monroy, sección Ibores - Villuercas, términos de Aldeacentenera, Berzocana, Madroñera, sección Ambroz, términos de Oliva de Plasencia, Portezuelo, Guijo de Granadilla, Portaje, y sección Monfragüe, términos de Malpartida de Plasencia, Serradilla, Torrejón el Rubio.

- b. Las **dehesas normales** son zonas de idéntica condición a las anteriores pero con vegetación arbolada clara, estando su porcentaje de cubierta comprendido entre el 5% y el 30%. Como en el caso de las dehesas densas, las frondosas vuelven a dominar, siendo la encina (*Quercus ilex*, L.), la mezcla de encina con alcornoque (*Quercus suber* L.), el alcornoque y el rebollo (*Quercus faginea* Lam.) las principales especies.

Su representación en Extremadura es notablemente superior a la anterior subformación, las dehesas densas, ya que cuentan con algo más de un millón de hectáreas, constituyendo más del 70% de las formaciones adehesadas. Su distribución en Extremadura, a tenor de la gran superficie que ocupan, es muy amplia, dominando en todas las secciones a excepción de Centro-Serena, Gata y Hurdes, volviendo a presentar las masas más extensas secciones como Badajoz – Oeste, Cáceres-Centro, Ibores-Villuercas y Sur.

**5.2. Impactos del cambio climático sobre el sector forestal**

Dado que los efectos del cambio climático pueden superar la capacidad de adaptación de los ecosistemas forestales, el análisis de los posibles impactos sobre el sector forestal constituye la base de conocimiento para la propuesta de medidas de gestión forestal.

En términos generales, los impactos que el cambio climático puede provocar en el sector forestal son la menor disponibilidad de recursos hídricos, los daños por fuertes rachas de viento, el aumento de las temperaturas y de las sequías severas, el incremento de los incendios de bosques, el agravamiento de las plagas y enfermedades y el incremento de las emisiones de compuestos volátiles. Los impactos que el cambio global va a provocar en el clima pueden ser irreversibles, esto será especialmente preocupante en Extremadura debido a la importancia que el sector forestal tiene en la Comunidad. Cabe esperar que algunos de estos impactos del sector forestal se agraven o se vuelvan irreversibles cuando se traspasen ciertos umbrales de temperaturas. Todo ello repercutirá en una pérdida de biodiversidad en los ecosistemas forestales de la región.

Tabla 5.3. Resumen de las principales consecuencias del cambio climático en el sector agrícola

Incremento de temperaturas	Desplazamiento geográfico de las especies forestales
	Reducción de biodiversidad
	Estaciones de crecimiento más prolongadas
Variación del ciclo de precipitaciones	Incremento del estrés hídrico



Tabla 5.3. Resumen de las principales consecuencias del cambio climático en el sector agrícola

Variación del ciclo de precipitaciones	Sustitución y disminución de especies forestales
	Incremento de procesos erosivos
	Alteración de ciclos biogeoquímicos
	Incremento de incendios forestales

### Incremento de temperatura

Entre los impactos esperables debido al aumento de la temperatura están las pérdidas de ecosistemas y de biodiversidad forestal. Si la subida de la temperatura media mundial supera 1,5 °C – 2,5 °C, el riesgo de extinción aumentaría en el 20% ó el 30 % de las especies vegetales y animales estudiadas por el momento (Libro Verde de Adaptación al Cambio Climático en Europa: Opciones de actuación para la UE, 2007, en adelante Libro Verde, 2007). Si el promedio de la temperatura media mundial aumentara en más de 3,5 °C, las proyecciones de los modelos indican que podrían sobrevenir extinciones masivas, que podrían alcanzar entre el 40% y el 70% de las especies estudiadas en todo el mundo. En cualquier caso, la variación climática va a afectar profundamente a los procesos biológicos y físicos del medio natural debido a la sensibilidad de los ecosistemas a los cambios de temperatura por mínimos que sean (IPCC, 2007).

Debido al calentamiento global, se producirán cambios en los patrones estacionales. Estos cambios provocarán el adelanto de los fenómenos de primavera, tales como el brote de las hojas, la migración de las aves y la desovación de los peces. En conjunto, afectará severamente a los sistemas biológicos terrestres y provocará el desplazamiento geográfico de especies de flora y fauna (IPCC, 2007).

Desde principio de la década de 1980, a partir de observaciones de satélite, existen evidencias de que se ha producido una tendencia hacia un “reverdecimiento”<sup>1</sup> temprano de la vegetación en primavera vinculado a estaciones de crecimiento más prolongadas, debido a las variaciones estacionales (IPCC, 2007).

### Cambios en el patrón de precipitaciones

Otro de los impactos derivados del cambio climático es la disminución de las precipitaciones, que provocarán un déficit hídrico que, a su vez, dificultará la recuperación de las reservas hídricas de las capas freáticas del suelo. Esta disminución de las precipitaciones, unida al incremento de las frecuencias y la duración de las olas de calor y las sequías, provocarán que las especies forestales incrementen su estrés hídrico, lo que implicará la sustitución de las especies forestales actuales por otras especies mejor adaptadas a las nuevas condiciones climáticas o, en el peor de los casos, la segmentación o desaparición de gran parte de las especies forestales existentes, exponiendo importantes extensiones de zonas forestales a impactos erosivos (Moreno *et al.*, 2005).

Es importante considerar que una reducción del 10% de la precipitación se traduce en una disminución del 25% de la reserva hídrica del suelo, como consecuencia del incremento de la tasa de transpiración de los árboles debido al aumento del periodo vegetativo y a la mayor demanda evaporativa de la atmósfera (Gracia *et al.*, 2002). Se prevé que, en algunas áreas en las que el bosque crece actualmente bajo severas restricciones hídricas, los árboles desaparecerán bajo las nuevas condiciones climáticas. Estos resultados son indicadores del riesgo potencial de que se produzca la sustitución de unas especies de árboles por otras menos exigentes, capaces de resistir mejor la sequía estival; lo que puede comportar cambios importantes en el paisaje mediterráneo, fundamentalmente en las zonas más áridas.

Al mismo tiempo los eventos climáticos extremos, como lluvias torrenciales, incrementarán la frecuencia de avalanchas de rocas en regiones montañosas. Esto provocará la disminución del número de árboles y de la densidad de raíces en las zonas altas, perjudicando el proceso de compactación del suelo. Además, las grandes rachas de viento puede producir la rotura de árboles (IPCC, 2007).

### Efectos del cambio climático a nivel de individuo

A nivel fisiológico, el aumento de la temperatura incrementará la tasa de renovación foliar de los árboles de hoja perenne; esto es, disminuirá el tiempo de vida de las hojas, proceso que se verá agravado en condiciones de sequía. La reducción de la vida media de las hojas en las especies perennifolias es un resultado que se repite prácticamente en todas las especies (Gracia *et al.*, 2001). En consecuencia, mantener la misma superficie foliar en la copa de los árboles de la que depende la capacidad

<sup>1</sup> Medida del Índice de vegetación relativa de la cantidad de vegetación verde en una zona, basada en imágenes de satélite.

productiva de la planta- requerirá una mayor inversión del carbono fijado por la planta en mantener las hojas. Este gasto energético alterará los patrones de asignación de carbono a los distintos órganos vegetales, disminuyendo la aportación a los restantes tejidos del individuo. Además, también como consecuencia de la menor vida media, se aportarán mayores cantidades de hojarasca al suelo, que podrán incrementarse en cerca de un 80%. Este incremento en el aporte de materia orgánica al suelo, llevará asociado una tasa de descomposición mayor, que contribuirá a un aumento del 70% de la respiración del bosque. Por lo tanto, si bien por efecto del cambio climático los bosques podrían aumentar transitoriamente su capacidad de absorción de carbono, consecuencia del aumento de la tasa fotosintética esperada ante una elevada concentración de CO<sub>2</sub> y una subida de la temperatura, este efecto sumidero probablemente se invertirá y los bosques se convertirán en emisores netos de carbono a la atmósfera (Moreno *et al.*, 2005).

El ascenso de la temperatura también afectará a los árboles caducifolios, aumentando el periodo vegetativo de la especie, adelantando el crecimiento de los brotes y retrasando la caída de las hojas y, por lo tanto, incrementando el periodo productivo de las especies (McClagherty *et al.* 1982 y 1984). En periodos de extrema sequía, las especies caducifolias serán más vulnerables que las perennes ya que las hojas caducifolias son más sensibles a las pérdidas de agua (Moreno *et al.*, 2005).

La subida de las de temperaturas acompañada de situaciones de déficit hídrico provocarán la aceleración de los procesos de renovación foliar y radicular, incrementando la necesidad de carbono de reserva para hacer frente a su renovación (López *et al.* 1997, 1998, 2000, 2001a y 2001b). En último término, el mayor consumo de carbohidratos móviles aumentará la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales a los episodios adversos, a los que los arboles no podrán hacer frente por falta de reservas de carbono móvil (Moreno *et al.*, 2005).

### **Efectos del cambio climático en los suelos forestales**

El cambio climático va a afectar a la cantidad de materia orgánica incorporada a la tierra, por lo que va a influir enormemente a la fertilidad de los suelos forestales provocando cambios en la productividad y salud de los bosques, así como en el área de distribución geográfica de algunas especies arbóreas (Libro Blanco, 2009). La pérdida de materia orgánica unida al incremento de los incendios forestales y a los eventos climáticos extremos, como lluvias torrenciales, afectará negativamente a los recursos edáficos e incrementará la pérdida de suelo. Este hecho, puede afectar a la microfauna que lo habita y, por ello, a los ciclos biogeoquímicos que tienen lugar en el mismo.

### **Efectos del cambio climático a nivel de las poblaciones vegetales**

La combinación del incremento de la temperatura, la frecuencia de episodios de sequías y la proliferación de fenómenos climáticos adversos provocarán una serie de alteraciones en la tasa de crecimiento de las especies forestales, en las reservas de carbono y en el área de distribución de especies arbóreas, reduciendo el hábitat potencial de las mismas.

Los regímenes climáticos influyen en la distribución de las especies a través de sus umbrales fisiológicos de tolerancia a la temperatura y precipitación. La tasa de cambio de los rangos de distribución varía entre las distintas especies y dentro de una misma especie; un incremento de apenas 1 °C puede causar cambios significativos en la composición y distribución de ciertas poblaciones vegetales. En términos generales, se prevé un reemplazamiento de los árboles asociados a bosques maduros - especies de lento crecimiento- por árboles y arbustos de rápido crecimiento asociados con áreas perturbadas (IPCC, 2002).

Los desplazamientos de las especies forestales podrán ser en sentido latitudinal o altitudinal. La migración latitudinal hace referencia al desplazamiento de las especies forestales hacia latitudes más septentrionales. Según las previsiones de cambio climático, las especies tendrían que migrar algo más de 3 km al año, hecho inviable para aquellos árboles cuyas semillas sean dispersadas por el viento o árboles con frutos pesados, resultando en una reconfiguración hacia bosques menos diversos (Lorente *et al.*, 2004). En tanto que la migración altitudinal consiste en la extensión de las especies forestales hacia cotas más altas de las montañas. Se prevé que la distribución de la vegetación se desplace a mayor altitud a un ritmo de entre 8 y 10 m por década (Grabherr *et al.*, 1994), por lo que algunas especies limitadas a las cumbres montañosas podrían extinguirse (Moreno *et al.*, 2005).

Cabe destacar que muchas de estas migraciones no serán posibles debido a la fragmentación de los hábitats y al deterioro de los ecosistemas, con lo que muchas poblaciones desaparecerán y aumentará el riesgo de extinción de especies (Castro *et al.*, 2009).

Los árboles adultos, en general, tienen mayor resistencia a niveles altos de estrés ambiental, por el contrario las especies forestales arbóreas jóvenes o en fases de crecimiento tienen mayor sensibilidad a los cambios ambientales. Los últimos resultados sobre el Free Air Carbon Dioxide Enrichment (FACE) indican que no existe una repuesta significativa en las poblaciones forestales maduras, a concentraciones elevadas de CO<sub>2</sub>, como ocurría para algunos cultivos, pero sí influye en el aumento del crecimiento de las poblaciones forestales jóvenes (IPCC, 2007).

Se prevé, de corto a medio plazo, que la productividad de las especies forestales aumente moderadamente en las zonas donde los bosques dispongan de agua suficiente para compensar la mayor demanda hídrica asociada al aumento de temperatura y

evapotranspiración potencial (Moreno *et al.*, 2005). Sin embargo, es probable que a media que persista el cambio climático, se reduzca la productividad de las especies forestales en determinadas zonas (IPCC, 2007).

### Efectos del cambio climático a nivel de ecosistemas

El cambio climático no afectará a todas las especies forestales por igual, sino que este impacto dependerá de la disposición espacial que ocupen las especies, en relación a la altitud. Las especies más vulnerables a los cambios de temperatura serán aquellas cuyas condiciones óptimas se desarrollen en las zonas altas de los sistemas montañosos, ya que estas especies están adaptadas a fríos intensos, coberturas de nieve, a suelos fácilmente erosionables y ciclos vegetativos cortos; esta vulnerabilidad se incrementará si coexisten con especies termófilas en determinados enclaves.

A su vez, los bosques situados en la ribera de los ríos son formaciones muy sujetas a la regularidad de las reservas hídricas de las capas freáticas del suelo. La vulnerabilidad de estas formaciones se verá incrementada debido una menor precipitación que provocará una menor regularidad de las reservas hídricas del suelo. El cambio en el régimen de precipitaciones que llevará asociado lluvias torrenciales incrementará los cursos de aguas, aumentando aún más la vulnerabilidad de los bosques de ribera.

Por lo general, el aumento de temperaturas unido a una disminución de las precipitaciones puede provocar la desaparición de la vegetación arbórea de ambientes xéricos. Este nuevo espacio desprovisto de árboles será ocupado por formaciones herbáceas más adaptadas a ciclos de lluvias esporádicos. La vegetación esclerófila mediterránea se verá favorecida por la desertificación de los ecosistemas pudiendo colonizar cotas altitudinales. El cambio climático favorecerá la colonización de especies arbustivas y de matorral, más simples y con menor necesidad hídrica, por lo que se experimentará cambios fundamentales en la distribución y composición de los ecosistemas forestales (Moreno *et al.*, 2005).

### Otros efectos derivados del cambio climático

El calentamiento global incrementará la frecuencia e intensidad de los incendios forestales, especialmente en la vegetación subártica (Scott *et al.*, 2000) y en el monte mediterráneo (Mouillot *et al.*, 2002).

Los incendios forestales pueden llegar a producir pérdidas en las reservas de carbono orgánico de los montes, ya que se libera gran cantidad de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, provocando a su vez la disminución de la estabilidad de los agregados del suelo. Debido a las altas temperaturas que se generan, en ocasiones pueden crearse alteraciones hidrológicas en las capas superficiales, que dificultan la infiltración de agua con los consiguientes efectos en el incremento de las escorrentías superficiales (Moreno *et al.*, 2005).

La variabilidad climática también puede afectar a la gestión forestal, produciendo perturbaciones en los bosques, aumentando los brotes de plagas y agentes patógenos que afectan de manera negativa a la silvicultura (IPCC, 2007). El incremento de las temperaturas y la anticipación primaveral darán lugar a un alargamiento de las condiciones óptimas para la proliferación de plagas y enfermedades. Esta abundancia, unida a una mayor vulnerabilidad de las especies vegetales debido al estrés hídrico, favorecerá un impacto mayor y más duradero de las plagas sobre elementos claves en la sucesión de formaciones vegetales que, en última instancia, podrá provocar la aceleración de la fragmentación de zonas forestales y la disminución de la biodiversidad de las especies.

A las plagas y enfermedades autóctonas deben sumarse las plagas y enfermedades exógenas al medio que tienen un mayor impacto en el sector forestal debido a que sus hospedadores se encuentran desprovistos de mecanismos de defensa, lo que provoca en la vegetación forestal graves daños. Las plagas y enfermedades, además, pueden ser utilizadas como indicadores de la inestabilidad climática, ya que su ausencia o presencia se asocia a las variaciones climáticas que se producen en el medio forestal (Moreno *et al.*, 2005).

El cambio climático a través de los impactos sobre el sector forestal puede incrementar la vulnerabilidad de la biodiversidad de las especies animales, provocando desajustes entre especies de distintos niveles de la cadena trófica, debido a la falta de coordinación entre los requerimientos alimenticios de las especies y la disponibilidad de alimento. Asimismo, podrían producirse tanto el adelantamiento como el atraso del periodo de migración y del inicio de la actividad de reproducción. Por otro lado son esperables desplazamiento altitudinales y latitudinales de las especies animales adaptándose a unas condiciones climáticas más óptimas. En este aspecto las especies animales con ciclos de vida largo, como pueden ser los vertebrados, al igual que las poblaciones que tengan un hábitat específico, serán más vulnerables al cambio climático (Gobierno de Navarra, 2009; Plan de Acción por el Clima de Navarra).

### 5.3. Impactos específicos del cambio climático sobre el sector forestal extremeño

El sector forestal representa un papel fundamental en Extremadura desde los puntos de vista ecológico, económico y social. Los ecosistemas forestales y la silvicultura son considerados los motores económicos de numerosas zonas rurales. Por lo tanto, los impactos del cambio climático repercutirán en las zonas rurales de la región incrementando aún más las diferencias entre las áreas rurales y las áreas no rurales.

El Gobierno de Extremadura debe proponer un modelo de gestión adaptativa para el sector forestal, que potencie la sostenibilidad ambiental en la región a largo plazo. La administración de los montes por parte de los agentes públicos y privados tiene que asegurar el mantenimiento de su biodiversidad, productividad, vitalidad, potencialidad y su capacidad de regeneración. Únicamente de esta forma se podrá garantizar, ahora y en el futuro, las funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes en el ámbito regional sin que se produzcan daños irreversibles a los propios ecosistemas. Ante los cambios proyectados en los escenarios climáticos regionales, resulta imprescindible la implantación de medidas de adaptación, que favorezcan la conservación dinámica de las especies forestales para asegurar el mantenimiento de su potencial adaptativo al cambio climático.

Debido a la necesidad de investigación en este sector y a la importancia del mismo en Extremadura, se vienen desarrollando numerosos proyectos de investigación centrados en los impactos del cambio climático sobre el sector forestal (Tabla 5.3).

Finca de Investigación Agraria La Orden-Valdesequera

Como se ha comentado con anterioridad, aproximadamente el 45 % de la superficie forestal extremeña está ocupada por dehesas, unas 1.429.958 hectáreas. Esta gran extensión de terreno, unido al reconocimiento de las destacadas funciones de este sistema agrosilvopastoral, justifica que numerosos proyectos realizados en la Finca de Investigación Agraria La Orden-Valdesequera se formulen para incrementar la eficiencia del sistema en la producción forrajera de los pastos y de su eficiencia reproductiva.

Es el caso del proyecto denominado *Evaluación y selección de mezclas de leguminosas pratenses anuales y cepas de Rhizobium y hongos endomicorrícicos para la recuperación y conservación de pastos degradados*, desarrollado por el investigador Francisco González López, cuyo objetivo es seleccionar los ecotipos de especies de leguminosas más adecuados para la recuperación de la cubierta vegetal perdida en zonas de dehesas degradadas. En el mismo se establecen dos líneas de investigación coordinadas:

1. Elaboración, evaluación y selección de mezclas para la recuperación de áreas degradadas.
2. Estudio y selección de cepas de *Rhizobium* y hongos micorrícicos efectivas y adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la zona a recuperar.

Tabla 5.4. Proyectos llevados a cabo en Extremadura relacionados con las repercusiones del cambio climático en el sector forestal.

Nombre del proyecto	Investigador responsable	Organismo
Evaluación y selección de mezclas de leguminosas pratenses anuales y cepas de <i>Rhizobium</i> y hongos endomicorrícicos para la recuperación y conservación de pastos degradados	Francisco González López	Finca La Orden-Valdesequera
Mantenimiento de las repoblaciones forestales de la Finca la Orden	Francisco M <sup>a</sup> Vázquez Pardo	Finca La Orden-Valdesequera
Estrategia para la regeneración del arbolado en ecosistemas de dehesas con explotaciones ganaderas	Manuel Espejo Díaz	Finca La Orden-Valdesequera
La vegetación histórica de las turberas en Extremadura	Francisco M <sup>a</sup> Vázquez Pardo	Finca La Orden-Valdesequera
Recuperación y manejos de pastos en áreas degradadas de la dehesa Extremeña. Efectos sobre la cubierta vegetal y la erosión del suelo	Francisco González López	Finca La Orden-Valdesequera
Aplicación de fitoreguladores en la producción de plantas de especies autóctonas protegidas o utilizadas en la regeneración de áreas degradadas	Francisco M <sup>a</sup> Vázquez Pardo	Finca La Orden-Valdesequera
Conservación y regeneración de las colecciones de leguminosas pratenses anuales y leguminosas de grano	Francisco González López	Finca La Orden-Valdesequera
Documentación y actualización de la colección <i>Trifolium subterraneum</i> L. y establecimiento de una colección nuclear	Mónica Murillo Vilanova	Finca La Orden-Valdesequera
Estudio de técnicas para mejorar la eficiencia de la plantación en la reforestación de dehesas degradadas	Manuel Espejo Díaz	Finca La Orden-Valdesequera
Conservación y regeneración de las colecciones de leguminosas pratenses anuales y leguminosas grano	Francisco González López	Finca La Orden-Valdesequera
Estudio de la adaptación de especies vegetales alternativas para la recuperación de áreas degradadas en Extremadura, usos en fitorremediación	Mónica Murillo Vilanova	Finca La Orden-Valdesequera
Selección de especies del género <i>Quercus</i> de interés maderero en Extremadura	David Garcia Alonso	Finca La Orden-Valdesequera

Tabla 5.4. Proyectos llevados a cabo en Extremadura relacionados con las repercusiones del cambio climático en el sector forestal.

Nombre del proyecto	Investigador responsable	Organismo
Oscilaciones de la humedad y del nivel freático en los suelos forestales de Extremadura y su implicación en la muerte de <i>Quercus ilex</i> L.	M <sup>a</sup> del Carmen Rodríguez Molina	Finca La Orden-Valdesequera
Desarrollo de un sistema de información para la gestión ambiental y económica del ecosistema dehesa/montano en Extremadura y Alentejo. INTERREG III A	Manuel Espejo Díaz	Finca La Orden-Valdesequera
Sistema de información geográfica para el estudio del alcornocal extremeño	Laura Martín Collado	IPROCOR
El loro ( <i>Prunus lusitánica</i> L.) en Extremadura	Francisco M <sup>a</sup> Vázquez Pardo	Finca La Orden-IPROCOR
Evaluación ecológica a escala de paisaje: Implementación de un modelo para la predicción de cambios en la cubierta vegetal como herramienta de consulta en la planificación del territorio. Aplicación en sistemas de dehesa	Joaquín Francisco Lavado Contador	Universidad de Extremadura
Determinantes de la evolución histórica del paisaje de montaña en Extremadura: un análisis integrado mediante técnicas paleopolínicas, demográficas y de SIG	Fernando Javier Pulido Díaz	Universidad de Extremadura
Indicadores de degradación del suelo en áreas de pastoreo (IDEG)	Susana Schnabel	Universidad de Extremadura
Evaluación y modelización integral de la degradación de dehesas y pastizales (PADEG)	Susana Schnabel	Universidad de Extremadura
Bosques al límite: análisis integrado del impacto del cambio climático sobre especies forestales claves (BOSALIM)	Fernando Javier Pulido Díaz	Universidad de Extremadura

#### Universidad de Extremadura

Dado el creciente interés por las consecuencias del cambio climático en la región, la Universidad de Extremadura apuesta de manera clara por el impulso de proyectos relacionados con cambio climático. Un ejemplo de los mismos es el proyecto denominado *Bosques al límite: análisis integrado del impacto del cambio climático sobre especies forestales claves (BOSALIM)*, que el Grupo de Investigación Forestal está desarrollando en la actualidad. El grupo dirigido por el Dr. Fernando Javier Pulido Díaz está utilizando un grupo de especies forestales ibéricas con diferentes orígenes biogeográficos y de distintas formas de vida, como indicadores de las oscilaciones climáticas. Los objetivos fundamentales del proyecto son, en primer lugar, analizar el papel desempeñado por la plasticidad fenotípica y la adaptación local en la respuesta a situaciones límite desde el punto de vista ambiental y, en segundo lugar, establecer las pautas de respuesta de las especies forestales a las variaciones climáticas.

Los efectos de dichas variaciones climáticas son analizados mediante los siguientes procesos:

1. La caracterización de los patrones post-glaciales de asociación entre cambios en el clima y en el área de distribución de las especies
2. Estudios dendroecológicos que permiten relacionar la historia reciente de variación ambiental con el establecimiento y crecimiento de los árboles
3. Análisis en condiciones naturales del comportamiento fisiológico y reproductivo de las especies en sus extremos del rango de distribución, de condiciones climáticas marcadamente distintas
4. Simulación en ambientes controlados de distintos escenarios climáticos en que se manipulan las variables determinantes del crecimiento y la supervivencia
5. Análisis de las consecuencias de la fragmentación y la marginalidad geográfica en términos de diversidad de especies y patrones de ensamblaje a nivel de comunidad.

Los resultados preliminares señalan la presencia en la región de diferentes especies que han quedado como relictos de otras eras en las que el clima era diferente al actual; es el caso de la especie *Prunus lusitánica* L. Se trata de una especie de origen tropical, que puede encontrarse en Extremadura, en la que la eficiencia dispersante de las aves es aparentemente baja y el resto de los agentes dispersantes movilizan sus semillas presentan escasa capacidad de alejamiento.

Mediante el proyecto denominado *Determinantes de la evolución histórica del paisaje de montaña en Extremadura: un análisis integrado mediante técnicas paleopolínicas, demográficas y de SIG*, de este mismo grupo de investigación, se han obtenido

importantes avances en el conocimiento de la evolución de la vegetación de montaña en Extremadura, que han quedado sintetizados en modelos de cambio paisajístico interpretables según la historia demográfica. El análisis integrado de los cambios en la vegetación y las poblaciones humanas ha permitido detectar los periodos de máxima presión, crisis de subsistencia y emigración, así como su reflejo en el paisaje. Además, a partir del análisis de la vegetación se ha podido reconstruir la historia de aprovechamientos de los recursos naturales, lo que aporta una información esencial en la comprensión de la historia rural extremeña. Por último, el proyecto ha permitido rastrear con técnicas paleobotánicas avanzadas ciertas transiciones o prácticas de difícil detección en este tipo de estudios, así como localizar especies hoy desaparecidas de la flora regional.

#### Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura

El incremento de los fenómenos climáticos extremos, como las lluvias torrenciales, que se prevé como consecuencia del cambio climático va a influir de manera muy significativa en el sector forestal extremeño. La erosión debida a las precipitaciones es la principal causa de la pérdida de suelo fértil en Extremadura; proceso que finalmente deriva en la desertización. Resulta necesario asegurar un grado de fertilidad del suelo tal, que permita mantener el potencial biológico de los suelos y que evite los efectos negativos relacionados con su pérdida, entre los que se encuentran la alteración de los cauces naturales de los cursos de agua, con arrastres y sedimentos de materiales sólidos, así como las avenidas e inundaciones. Reconocida la importancia de los procesos erosivos, en Extremadura se han realizado diversos estudios para determinar la erosión real<sup>2</sup> y la erosión potencial<sup>3</sup> de los suelos de la Comunidad a través de sistemas de información geográfica (SIG) (PFE, 2003).

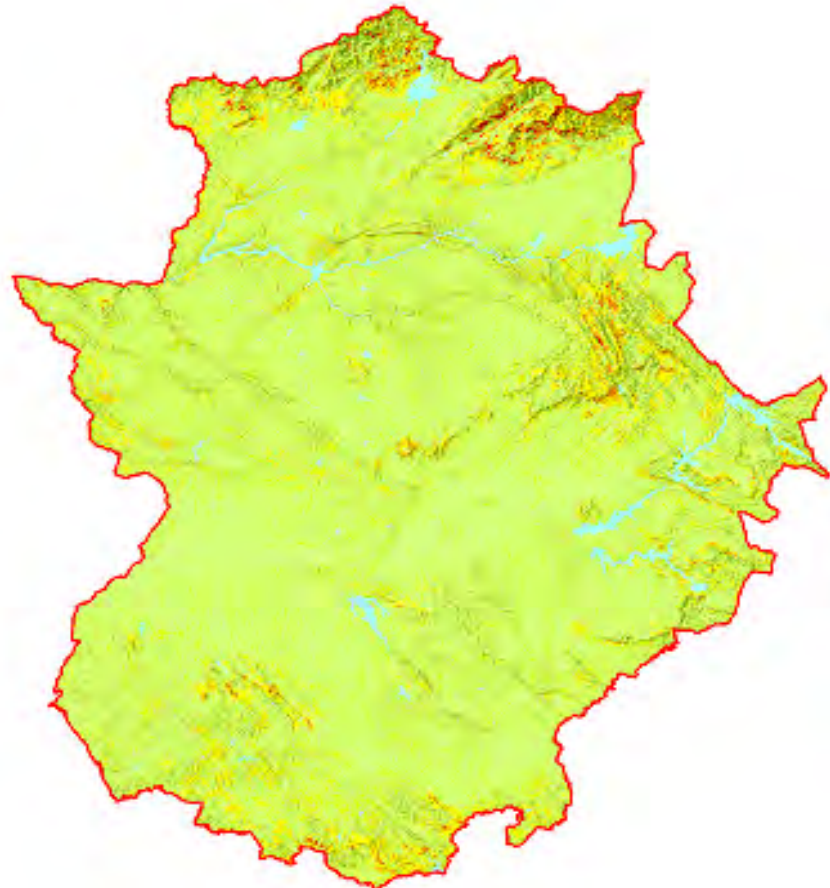
El análisis de la erosión real en Extremadura (Gráfico 5.5), deja patente el predominio de zonas de erosión nula o ligera en la región, donde la pérdida de suelo supone menos de 10 tm/ha/año, que representan el 88% de la superficie total de Extremadura; las zonas de erosión moderada, donde la pérdida de suelo varía entre 10 y 50 tm/ha/año, representan el 11% de la superficie. De mantenerse las condiciones climáticas actuales, estas zonas únicamente requerirían revisiones periódicas en materia de erosión; sin embargo, las predicciones proyectadas por los escenarios climáticos de la región no parecen indicar que dichas condiciones se mantengan inalteradas.

Actualmente, el 1,3% del territorio extremeño corresponde a zonas de erosión alta, cuyas pérdidas de suelo varía entre 50 y 200 tm/ha/año; en tanto que tan sólo el 0,1% de la superficie total de Extremadura corresponde a zonas de erosión muy alta, donde la erosión supone la pérdida de más de 200 tm/ha/año. Ambas categorías requieren medidas específicas de actuación para evitar la pérdida de suelo. Las áreas de Extremadura donde mayor superficie afectada por procesos erosivos altos o muy altos son las Hurdes, la Vera y el Jerte; todas ellas coinciden con zonas de acusada pendiente y escasa cobertura vegetal, además de presentar asociaciones vegetales inestables.

---

<sup>2</sup> La erosión real estima la pérdida media anual de suelo en un área determinada.

<sup>3</sup> La erosión potencial pronostica la pérdida de suelo, la erodabilidad o vulnerabilidad de los suelos y la erosividad o potencial erosivo de las lluvias, en el supuesto de que el territorio se halle desprovisto de cubierta vegetal.



Grado de erosión hídrica. Pérdida de suelo Tn /ha/año

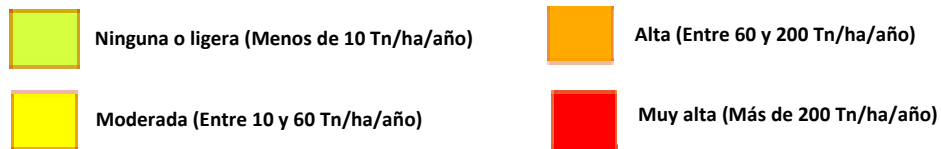


Gráfico 5.5. Mapa de erosión real de Extremadura (PFE, 2003).

La evaluación de la erosión potencial de Extremadura parte de la hipótesis de ausencia de cobertura vegetal, emulando el efecto de un fuego que arrasa prácticamente la totalidad de la vegetación (Gráfico 5.6). Los resultados obtenidos desvelan que, bajo estas condiciones, la superficie extremeña afectada por proceso de erosión nulo o ligero se situaría en el 33%, mientras que la superficie afectada por erosión moderada alcanzaría el 48% del territorio. Es decir, la superficie extremeña que presenta proceso erosivo nulo o ligero disminuiría si se comparan con los mismos porcentajes de erosión real, mientras que la superficie de la Comunidad afectada por procesos erosivos moderados aumentaría considerablemente al compararlos con los datos obtenidos en la erosión real (Tabla 5.5).

Tabla 5.5. Erosión real y potencial de Extremadura (PFE, 2003).

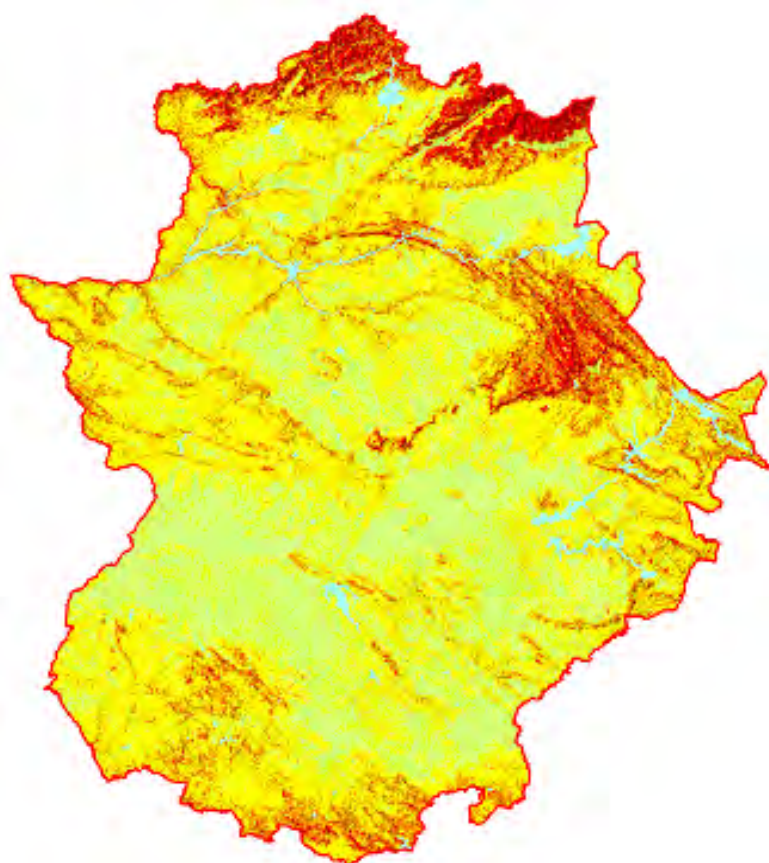
GRADOS DE EROSIÓN	EROSIÓN REAL	EROSIÓN POTENCIAL
Ninguna o ligera (Menos de 10 tm/ha/año)	88,00%	33%
Moderada (Entre 10 y 50 tm/ha/año)	11,00%	48%
Alta (Entre 50 y 200 tm/ha/año)	1,30%	15%
Muy alta (Mas de 200 tm/ha/año)	0,10%	4%

Se observa un notable incremento, con respecto a los datos de erosión real, en las zonas afectadas con grado de erosión alto, que representaría el 15% del territorio frente a 1,3%, al igual que las zonas con erosión muy alta que se incrementarían al 4%. Las zonas de Las Hurdes y Gata, son las que mayor superficie afectada por erosión alta y muy alta tendrían, donde más de la mitad de su territorio tendrían graves riesgos de erosión, en caso de desaparecer la cubierta vegetal.

#### 5.4. Efectos del cambio climático sobre los recursos y aprovechamientos relacionados con el sector forestal

Son muchos los productos forestales que pueden obtenerse de los montes extremeños, aun dejando aparte los beneficios indirectos que de forma natural estos espacios generan, gracias a la multiplicidad funcional y productiva de los principales sistemas forestales de la región. La realidad forestal de la Comunidad extremeña marca profundamente la cuantía y singularidad de los aprovechamientos obtenidos del monte, uniéndose en muchas ocasiones al carácter tradicional de los mismos (PFE, 2003).

Los impactos del cambio climático sobre el sector forestal extremeño repercutirán en cada uno de los aprovechamientos relacionados con el mismo, como puede ser la producción de madera o corcho, las actividades de recreo al aire libre, o el turismo rural y la biodiversidad.



Grado de erosión hídrica. Pérdida de suelo Tn /ha/año

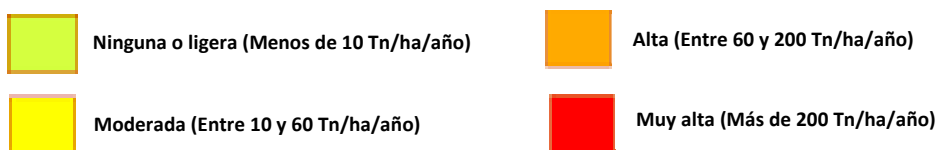


Gráfico 5.6. Mapa de erosión potencial de Extremadura (PFE, 2003).



El corcho es un tejido vegetal formado por células muertas que protegen las partes vivas del tronco y ramas del alcornoque, que presenta cualidades muy apreciables, entre otras cosas, para la fabricación de tapones destinados a la industria del vino y derivadas (PFE, 2003).

Su distribución geográfica es muy limitada. En el mundo se estima que existen entre 2 y 2,35 millones de hectáreas de esta especie, todas ellas en los países de la región mediterránea, de las cuales aproximadamente 700.000 hectáreas corresponden a España. Por Comunidades Autónomas, Andalucía es la que cuenta con mayor superficie, con unas 350.000 hectáreas, ubicadas fundamentalmente en la zona de Cádiz, Huelva y Málaga, estando Extremadura en el segundo lugar suberícola por extensión, con una superficie que ronda las 250.000 hectáreas de alcornoque (PFE, 2003).

El corcho es el “producto forestal extremeño por excelencia”, tanto por el valor económico que representa su aprovechamiento, que lo sitúa a la cabeza de todos los productos forestales, como por su industria asociada, que constituye el grueso de la industria forestal extremeña, como por la preocupación que desde instancias públicas y privadas extremeñas se ha tenido para su desarrollo en los últimos años (PFE, 2003).

El cambio climático y sus consecuencias pueden afectar de manera significativa a la industria del corcho en la región, ya que el alcornoque puede verse relegado a cotas más alta, tanto altitudinalmente como latitudinalmente y la calidad del producto podría disminuir a consecuencia de la proliferación de ciertas plagas

#### Industria de la madera

La madera es uno de los aprovechamientos más tradicionalmente vinculados al medio forestal. Los aprovechamientos de madera en los montes extremeños se centran en la actualidad en las siguientes especies (PFE, 2003):

- Coníferas; fundamentalmente pino resinero (*Pinus pinaster*) y pino piñonero (*Pinus pinea*), y en mucho menor grado pino silvestre (*Pinus sylvestris*).

- Froncosas; fundamentalmente eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) y quercineas, mayoritariamente encina (*Quercus ilex*) y alcornoque (*Quercus suber*), en menor proporción chopo (*Populus sp.*) y castaño (*Castanea sativa*), y en menor medida otras especies como el nogal (*Juglans sp.*), el aliso (*Alnus glutinosa*) y otras quercineas.

El destino de la madera obtenida en Extremadura es consecuente con las especies y calidades tecnológicas que se obtienen, orientándose fundamentalmente hacia la industria de trituración, a la que se encamina casi un 76% del volumen total de cortas, de las cuales el 53% es destinada a las fábricas papeleras y el otro 23% a la fabricación de tableros (PFE, 2003).

La producción maderera podrá verse gravemente afectada como consecuencia del cambio climático, el aumento de los incendios, el incremento de plagas y enfermedades mermará de manera considerable la producción de madera para la industria.

#### La miel

El sector apícola extremeño tiene un peso muy importante a nivel nacional, durante el año 2008, Extremadura tuvo censadas aproximadamente 395.000 colmenas, situándola como la tercera Comunidad Autónoma en número de colmenas, solamente superada por las Comunidades de Andalucía y Castilla-La Mancha (MARM, 2009).

Los aprovechamientos melíferos de los montes extremeños suponen una fuente muy importante de ingresos vinculados al medio forestal.

La apicultura extremeña está altamente especializada, con explotaciones generalmente grandes formadas por colmenas móviles, con desplazamientos que en ocasiones alcanzan los 1.500 Km. anuales, aprovechando las distintas floraciones y cultivos.

Las abejas son productoras de miel y a la vez agentes indispensables de la polinización de especies vegetales, ya que son esenciales en la cadena interactiva de los ecosistemas y en los diversos ciclos vitales de varias especies. Sin abejas no hay miel, pero tampoco mucha de la reproducción vegetal, y si desaparecieran algunas especies vegetales, también lo harían algunas especies animales.

El cambio climático puede provocar graves consecuencias en la distribución y disminución del número de abejas, afectando a la cantidad de miel producida en la región; además, la ausencia de abejas afectará a la polinización, e incluso provocará la extinción de algunas especies vegetales.

### Efectos sobre la caza

La caza tiene una vertiente deportiva o de ocio, en contacto con el medio natural. En Extremadura, la caza tiene importancia social y económica, suponiendo una fuente complementaria de ingresos de amplias zonas en la región, donde se compatibiliza producción con conservación.

La valoración económica de la caza refleja la importancia real de este sector dentro de la Comunidad. La actividad económica incluye no sólo los ingresos directos, sino también los indirectos derivados de ocupaciones como la hostelería y la restauración, el comercio en armerías, tiendas de confección y guarnicionerías, venta de perros y distintos accesorios para éstos, la organización de ferias y congresos, etc.

En Extremadura, se celebran al año unas 1.300 monterías y un número indeterminado de ojeos y cacerías de especies menores. Existen aproximadamente unos 3.200 cotos de caza que pueden generar más de 12 millones de euros por la venta de puestos. La caza puede producir en torno a 1.500 empleos fijos y unos 150.000 jornales al año en Extremadura.

El cambio climático provocará cambios en el comportamiento y la distribución de numerosas especies animales objetos de caza, al cambiar la distribución y la estructura de las especies vegetales de las que se alimentan, además de por la escasez de recursos hídricos y el aumento de temperaturas, originando en general una dispersión de las especies hacia ambientes más óptimos. La caza, es una actividad habitual en los ecosistemas forestales y repercute de manera significativa en las economías de las zonas en las que se practica.

### Efectos sobre la actividad micológica

Las setas constituyen otro producto más de los múltiples que proporcionan los terrenos forestales en la región y que, de distintas formas, comienzan a verse con interés tanto por su potencial valor económico como por el atractivo que despiertan desde un punto de vista lúdico directamente relacionado con el disfrute del medio natural. Extremadura cuenta con una importante variedad de especies de setas entre las que se encuentran algunas de las más apreciadas. El aprovechamiento micológico de los montes extremeños genera un beneficio difícilmente cuantificable por sus especiales características, ya que habitualmente su valor económico no recae sobre el propietario de los terrenos sino sobre las personas que realizan la recolección, las cuales atienden a diferentes tipologías como se verá más adelante (PFE, 2003).

Los cambios producidos por el cambio climático, como la disminución de recursos hídricos, el aumento de las temperaturas y las variaciones en las concentraciones de CO<sub>2</sub> afectarán a los ecosistemas forestales y también a la producción de setas. Es posible, si las condiciones climáticas varían de manera gradual, que las setas migren hacia zonas siguiendo la migración de las especies forestales. En numerosas ocasiones el desarrollo de setas está asociado a la presencia de determinados árboles y plantas con quien generalmente forman micorrizas. La ausencia o presencia de especies forestales, junto a las condiciones climáticas y el tipo de suelo va a ser determinante para el crecimiento de setas.

### Turismo rural

Extremadura cuenta con una gran diversidad de recursos turísticos en el medio rural, ya que dispone de un amplio abanico de recursos naturales y paisajísticos. Dentro de la variedad de paisajes existentes en la región, los que poseen un mayor atractivo son, sin duda, las masas forestales, las áreas de montaña y las masas de agua tanto naturales como artificiales (PFE, 2003).

El turismo rural incluye numerosas especialidades como agroturismo, senderismo, cicloturismo, turismo verde, equitación, rafting, excursionismo, etc. con enormes posibilidades de desarrollo en Extremadura, pudiendo contribuir a una mejora en la economía y el desarrollo de las poblaciones rurales en la región. La pérdida de los ecosistemas forestales derivados del cambio climático, va a afectar gravemente al turismo rural en la Comunidad, ya que este tipo de actividad se fundamenta en los recursos naturales. No se debe pasar por alto que los impactos negativos del cambio climático en el sector forestal extremeño derivarán en una pérdida de diversidad que tendrá consecuencias muy negativas para el turismo rural y por lo tanto para las economías rurales.

### Aprovechamientos y recursos de las dehesas Extremeñas

La ganadería en régimen extensiva constituye el principal aprovechamiento de las dehesas extremeñas. Generalmente se utilizan animales de razas autóctonas bien adaptadas a las condiciones propias de la región.

Los recursos que ofrecen las dehesas extremeñas que hacen posible el aprovechamiento ganadero son principalmente:

- Pastos, que son aprovechados por el ganado principalmente en las estaciones de primavera y otoño. La actividad ganadera se adapta perfectamente al medio, alimentándose de mezcla de pastos y bellotas. Los largos periodos de sequía afectan de manera crucial a la presencia de pastos en las dehesas extremeñas, y esto se convierte en un problema que obliga a sostener a la población ganadera a base de piensos u otros alimentos conservados.

- Montanera, que es el pastoreo de cerdos en campo abierto. La elevada producción de bellotas procedentes de encinas, alcornoques y quejigos, favorece el alimento de cerdos en campo abierto.
- Ramoneo, que es el conjunto de hojas y pequeñas ramas que, directamente de la planta viva, o procedentes de podas, son consumidos por el ganado. Este tipo de alimento, es consumido fundamentalmente por el ganado caprino.
- Corcho. Este producto natural, procedente de la corteza del alcornoque, *Quercus suber* L., es un complemento económico adicional para la dehesa. La saca de los alcornoques tiene una periodicidad de 9 a 11 años. El cambio climático podría afectar a las masas de alcornoque de diferentes maneras, modificando la zona de distribución de la especie, provocando incluso, una reducción drástica de la superficie ocupada por el alcornoque, además de provocar graves perturbaciones en su crecimiento y en la producción de corcho.

## 5.5. El papel del sector forestal en la mitigación del cambio climático

Los bosques son un eslabón fundamental en el ciclo global del carbono por su capacidad de absorber el CO<sub>2</sub> de la atmósfera y almacenarlo en su biomasa y el suelo, actuando así como un sumidero. Su crecimiento neutraliza el aumento de las concentraciones de GEI en la atmósfera. Por contra, la degradación de los bosques, o su conversión para otros usos, puede generar un volumen considerable de emisiones de GEI debido a los incendios, la descomposición de la biomasa o la mineralización de la materia orgánica del suelo, lo que convierte a los bosques en fuente de CO<sub>2</sub>.

### Sumideros naturales de carbono

Las masas forestales tienen un importante papel en el secuestro de CO<sub>2</sub> a través de su proceso de crecimiento, por lo que intervienen de manera determinante en la mitigación del cambio climático.

La capacidad de fijación de las masas forestales está determinada por las especies que ocupen el terreno, las tasas de crecimiento de las mismas, la densidad de población, así las labores de gestión y conservación que se lleven a cabo. La superficie captadora de CO<sub>2</sub> de un árbol puede llegar a ser 1000 veces superior a la superficie que ocupa el propio árbol y está determinada por el índice de área foliar, esto es, la suma de superficie de todas sus hojas. De esta forma, los ecosistemas terrestres inciden de forma notable en el ciclo mundial del carbono. La cantidad de carbono que se intercambia anualmente entre la vegetación, los suelos y la atmósfera se estima en 125.000 millones de toneladas, cantidad que equivale a los dos quintos del intercambio total de carbono entre la tierra y la atmósfera (García *et al.*, 2010).

Una vez asimilado el CO<sub>2</sub> mediante la fotosíntesis, el carbono se almacena tanto en la biomasa viva -la madera en pie, las ramas, el follaje y las raíces- como en la biomasa muerta -la hojarasca, los restos de madera, la materia orgánica del suelo y los productos forestales-. Cualquier actividad que afecte al volumen de la biomasa en la vegetación y el suelo provoca cambios en la capacidad para retener -o liberar- carbono de la atmósfera o hacia la atmósfera.

La temperatura interviene de manera determinante en la asimilación de carbono por los ecosistemas naturales y por el suelo, ya que influye en los índices relativos de producción y descomposición de la materia orgánica (Dixon *et al.*, 1994). En latitudes altas, donde la temperatura ambiental es baja, el carbono se almacena principalmente en forma de materia orgánica en el suelo y esto es debido a que la velocidad en la que se genera materia orgánica es mayor que la velocidad a la que se descompone. Por el contrario, en latitudes bajas, donde las temperaturas son más cálidas, el carbono secuestrado se distribuye casi por igual entre la vegetación y el suelo, debido a que las temperaturas más altas provocan la rápida descomposición de la materia orgánica del suelo (García *et al.*, 2010).

Considerando en conjunto la biomasa y el suelo de las diferentes categorías de terreno presente en Extremadura, la tasa anual de intercambio neto de CO<sub>2</sub> referida a la superficie media de cada categoría de terreno para el periodo 1990-2000 en Extremadura, alcanzó en los terrenos forestales su máximo valor, 18 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>, seguido de los terrenos de cultivos que retiraron de la atmósfera anualmente un total de 7,7 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>, y de los terrenos ocupados por pastizales que capturaron 1,2 t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> (Gráfico 5.7). En el inventario de sumideros carbono, se consideran terrenos forestales aquellos, con una superficie mínima de tierras entre 0,05 y 1 hectárea, con una cubierta de copas que supere del 10% al 30% y con árboles que puedan alcanzar una altura mínima de entre 2 y 5 metros en su madurez *in situ*. También las plantaciones jóvenes que aún no han alcanzado una fracción de cabida cubierta de entre el 10% y el 30%, o una altura de los árboles de entre 2 y 5 metros. Por último, tienen consideración de terrenos forestales las superficies que normalmente son de zona boscosa, pero carecen temporalmente de población forestal a consecuencia de la intervención humana, por ejemplo de la expropiación o de causas natural, pero que se espera vuelvan a convertirse en bosque (Houghtan *et al.*, 1996). Por tanto, los pastizales no se engloban

dentro de terreno forestal, sino que se incluyen tanto en zonas agrícolas, praderas<sup>4</sup>, como en zonas vegetales con vegetación natural y espacios abiertos, otros pastizales<sup>5</sup> (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010. Junta de Extremadura).

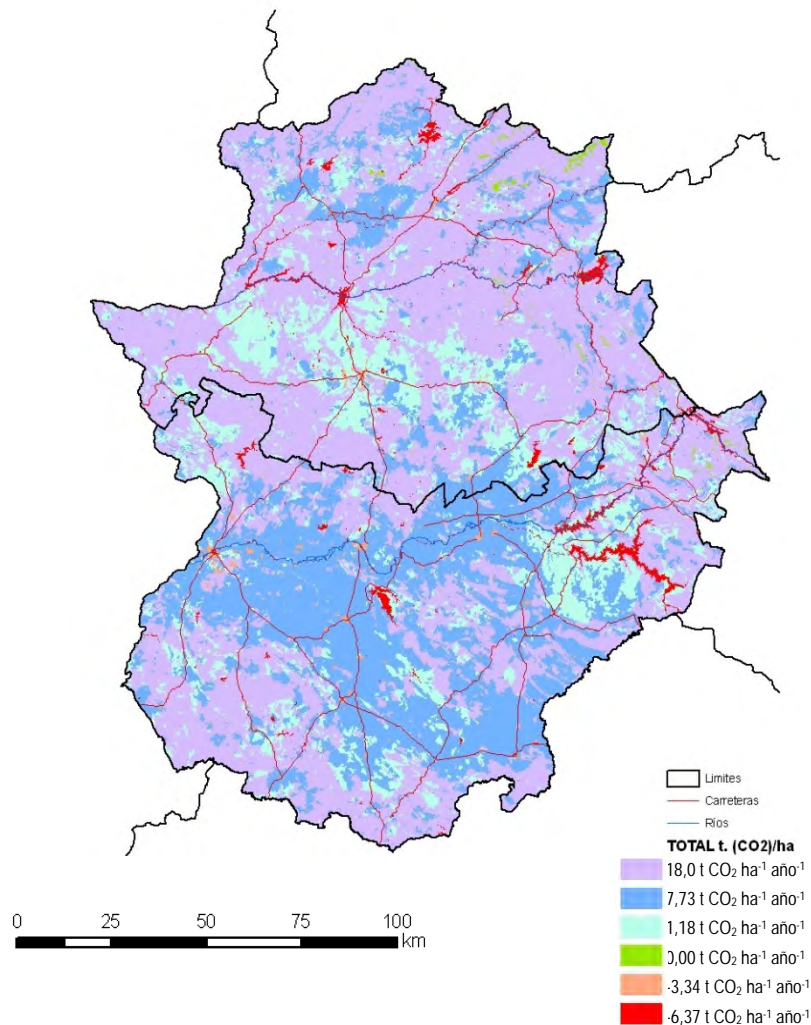


Gráfico 5.7. Intercambio neto de CO<sub>2</sub> por superficie a través de los sumideros de Extremadura durante el periodo 1990 – 2000, considerando biomasa y suelos en conjunto (García *et al.*, 2010)

La tasa de absorción de CO<sub>2</sub> por parte de los sumideros extremeños durante el periodo 1990-2000 fue igual a 4.947.862 Tn CO<sub>2</sub> año<sup>-1</sup>, esta cantidad ascendió a 9.345.090 Tn CO<sub>2</sub> año<sup>-1</sup> durante el periodo 2000-2006. El notable incremento en la retirada de carbono atmosférico registrado en la región y se debe fundamentalmente a que la capacidad de sumidero de los terrenos forestales se duplicó entre ambos periodos (García *et al.*, 2010).

<sup>4</sup> Las praderas son la cubierta herbácea tupida, de composición floral, dominada por gramíneas, nunca bajo un sistema de rotación. Principalmente para pastoreo, pero el forraje puede ser recogido mecánicamente. Incluye áreas con setos.

<sup>5</sup> Otros pastizales, son principalmente pastos extensivos, característicos (en esencia) de climas secos subhúmedos, semiáridos y áridos; poblados por especies herbáceas espontáneas. Pueden tener arbolado con una cubierta inferior al 5% o matorral que ocupe menos del 20% de la superficie.

### Incendios forestales

Los incendios tienen graves consecuencias en los ecosistemas forestales, no sólo por la pérdida de biodiversidad y de riqueza forestal, sino también por la gran cantidad de CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera.

En Extremadura, durante el año 2009, se produjeron un total de 2.279 incendios, de los cuales 1.006 fueron incendios forestales, 856 incendios no forestales, 329 falsas alarmas y 88 otras incidencias (Gráfico 5.8). Cabe destacar que casi la mitad del número total de incendios en Extremadura durante el 2009, se produjeron de manera intencionada (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, Junta de Extremadura, 2010).

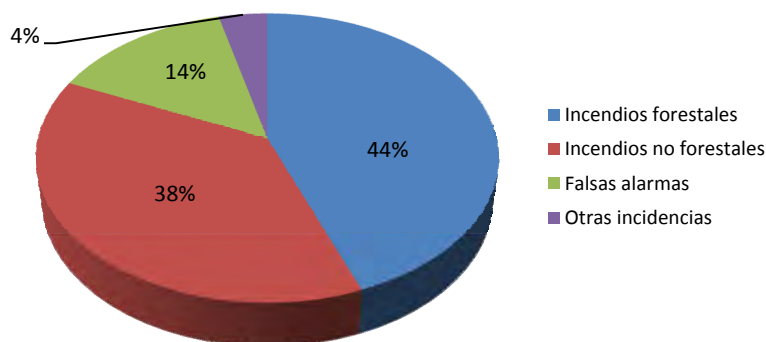


Gráfico 5.8. Incendios ocurridos en la Comunidad Autónoma de Extremadura durante el año 2009 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, Junta de Extremadura, 2010).

En cuanto al origen de los 1.006 incendios forestales que tuvieron lugar en Extremadura durante el año 2009, 587 incendios se produjeron de manera intencionada, 103 por causa desconocida, mientras que 33 fueron incendios a causa de rayos y 283 se debieron a negligencias o accidentes (Gráfico 5.9) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, Junta de Extremadura, 2010). Destacar que más de la mitad del número total de incendios forestales en Extremadura durante el 2009 tuvieron origen intencionado.

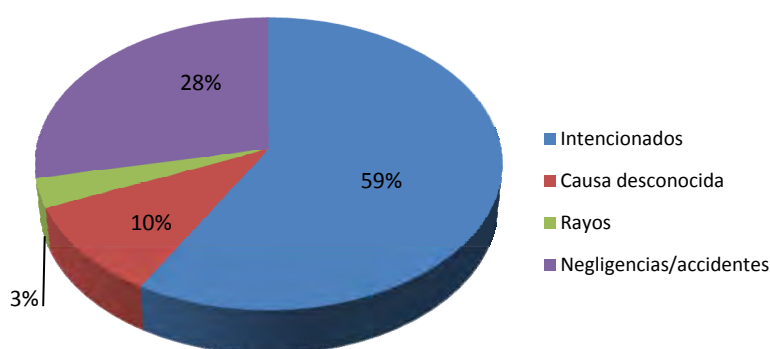


Gráfico 5.9. Origen de los incendios forestales ocurridos en la Comunidad Autónoma de Extremadura durante el año 2009. (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, Junta de Extremadura, 2010).

Los incendios que se produjeron en Extremadura durante el año 2009, afectaron a una superficie aproximada de 6.567,5 hectáreas, de las cuales 1.038,49 hectáreas era superficie de pastizal, 2.418,87 hectáreas era superficie ocupada por arbolado, 2.267,20 hectáreas era superficie ocupada por matorral, mientras 842,94 hectáreas era superficie no forestal (Gráfico 5.10) (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, Junta de Extremadura, 2010).

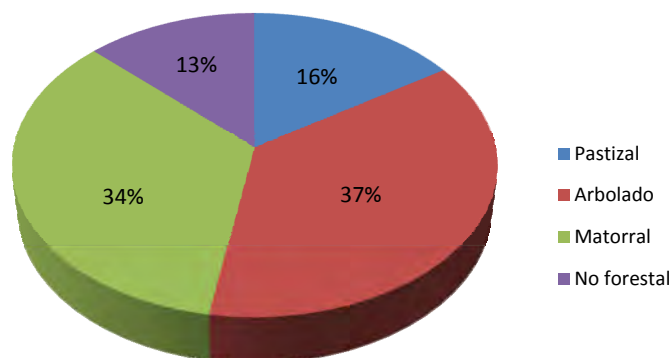


Gráfico 5.10. Superficie afectada por incendios en Extremadura durante el año 2009. (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, Junta de Extremadura, 2010).

La Comunidad Autónoma de Extremadura es una región con gran cantidad de incendios forestales, principalmente en épocas estivales, debido a las altas temperaturas y a la falta de humedad que propicia que la vegetación existente se seque y sea un combustible idóneo para los incendios. Por ello, una gran extensión de territorio ha sido clasificada como Zonas de Alto Riesgo (ZAR), que son áreas con un elevado peligro potencial de incendios forestales que está determinado por la estructura vegetal de las zonas, y con alta frecuencia de los incendios (Gráfico 5.11). Las mayores incidencias tanto de zonas quemadas como las pertenecientes a grandes incendios se encuentran en las Zonas Rurales I, V y II.

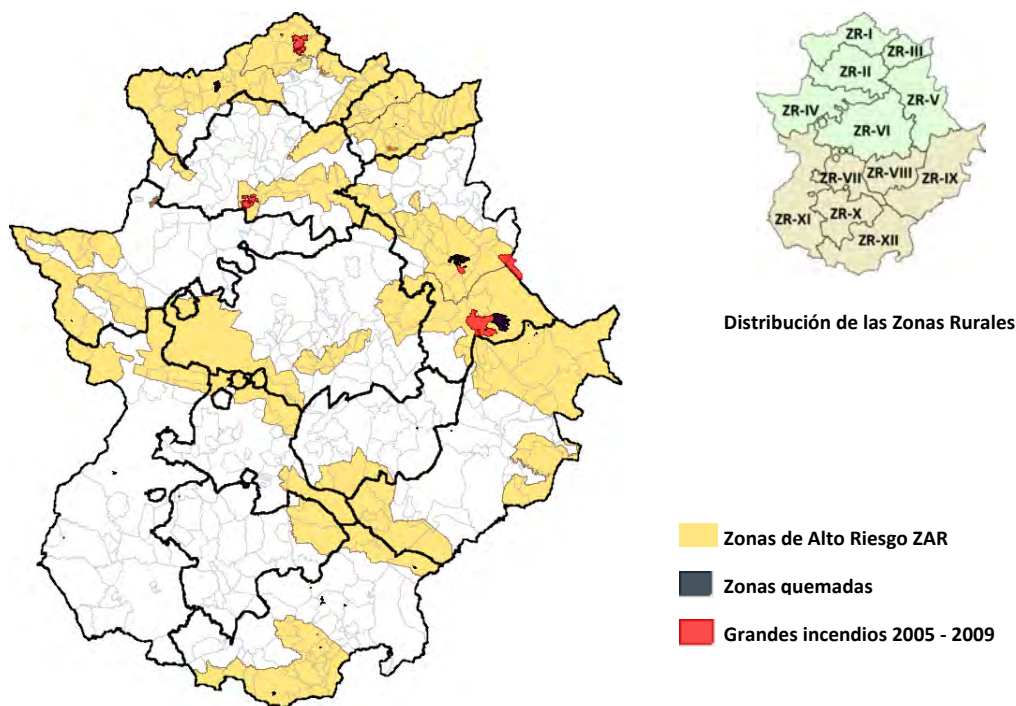


Gráfico 5.11. Zonas de Alto Riesgo (ZAR), Zonas de grandes incendios 2005 – 2009 y zonas que aparecen quemadas en la cobertura correspondiente al 2005. Elaboración a partir de D.G.I.G.N., 2009 y PFE, 2003.

Los incendios influyen en la estructura y distribución de los ecosistemas forestales y contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, además los incendios retroalimentan los efectos del cambio climático debido a las emisiones que producen.

La Comunidad Autónoma de Extremadura, consciente de la problema de los incendios forestales aprobó la *Ley 5/2004 sobre prevención y lucha contra los incendios forestales en Extremadura*, cuyo objeto es defender los montes o terrenos forestales frente a los incendios y proteger a las personas y a los bienes por ellos afectados. Con esta finalidad establece los siguientes instrumentos:

*Plan de **Prevención** de Incendios Forestales de la Comunidad Autónoma de Extremadura Plan PREIFEX.* Es un instrumento de prevención integrado, cuyos objetivos y contenidos son los de establecer las medidas generales para la prevención de incendios forestales; defender los montes o terrenos frente a los incendios; proteger a las personas y a los bienes; promover la adopción de una política de prevención, así como la defensa de los núcleos rurales.

*Planes de las 14 Zonas de Alto Riesgo*, aprobadas mediante los *Decretos del 116/2007 al 129/2007, de 28 de mayo*, que desarrolla todos los aspectos referentes exclusivamente a la prevención.

*Plan de **Lucha** contra los Incendios Forestales de la Comunidad Autónoma de Extremadura (INFOEX).* Cuyo objetivo es establecer las medidas para la detección y extinción de los incendios forestales y la resolución de las situaciones que de ellos se deriven. A tal fin, se definen las épocas de peligro, se establece la organización y los procedimientos de actuación de los medios y servicios cuya titularidad corresponde a la Junta de Extremadura y de aquellos procedentes de otras Administraciones Públicas y Entidades y Organismos de carácter público o privado. Asimismo, se regulan los usos y actividades susceptibles de provocar incendios forestales y las sanciones por actuaciones contrarias a lo dispuesto en materia de incendios forestales.

*Planes Municipales de Prevención y Lucha contra Incendios Forestales.* Teniendo el contenido mínimo señalado en el *artículo 51 de la Ley 5/2004*, de 24 de junio, se integran en el Plan INFOEX especialmente en lo relativo a los Grupos Municipales o Mancomunados de Pronto Auxilio y a los Planes de Autoprotección comprendidos en el ámbito territorial de dichos Planes Municipales o Mancomunados.

En materia de sensibilización, el programa de voluntariado ambiental denominado *Plantabosques* está destinado a concienciar a la población en dicha materia. Se estimula la participación activa de las personas en la conservación y mejora del patrimonio natural a través del desarrollo de distintas actividades, como labores de limpieza y mantenimiento de zonas forestales, que ayuden a prevenir los incendios en áreas forestales, además de incentivar la reforestación con especies autóctonas de la región que permitan el desarrollo de sistemas de explotación sostenible. Con el programa *Plantabosques*, además de la protección de los sistemas forestales, se pretende que los extremeños aprendan a valorar los recursos naturales existentes en la región.

Durante el año 2009, la participación de 763 voluntarios en este programa permitió la plantación de 14.007 ejemplares de especies autóctonas de Extremadura como encina, alcornoque, roble, madroño, etc. en distintas zonas de Extremadura como La Vera, la Campiña Sur, la Sierra Grande de Hornachos, el Parque Nacional de Monfragüe, Valle del Jerte, las Hurdes o Valencia de Alcantara.

## 5.6. Beneficios de los ecosistemas forestales

Como se ha comentado a lo largo de este capítulo, los montes son ecosistemas que desarrollan funciones fundamentales en cuanto a la fijación del CO<sub>2</sub> atmosférico, a la protección de los suelos frente a procesos erosivos, al control del ciclo hidrológico, al uso recreativo y a la conservación de la biodiversidad y de los recursos naturales. Por todo ello, la conservación de los ecosistemas forestales extremeños es ineludible y se hace necesario desarrollar medidas para preservar los recursos hídricos, edáficos y biológicos.

El funcionamiento de los ecosistemas forestales se fundamenta en el mantenimiento de la variabilidad genética de las poblaciones que lo conforman, así como de la integridad de los procesos ecológicos que determinan su capacidad de resiliencia ambiental. Un grado adecuado de conservación de los ecosistemas forestales permitiría controlar el impacto del cambio climático, mejorando la capacidad de almacenamiento de carbono y contribuiría también a prevenir fenómenos climáticos extremos, ya que conservarían el agua en los sistemas naturales para aliviar el efecto de las sequías y prevenir las inundaciones, la erosión del suelo y la desertificación. Los servicios ecosistémicos que prestan los servicios forestales, como el secuestro del carbono o la protección contra las inundaciones y la erosión del suelo, están directamente vinculados al cambio climático. Por lo tanto, se necesitan ecosistemas forestales en condiciones óptimas para conseguir una defensa contra algunos de sus impactos más extremos.

Por otro lado, los ecosistemas forestales y la silvicultura son importantes para numerosas zonas rurales en la región. El cambio climático provocará un mayor riesgo de perturbaciones consistentes en tormentas, incendios y brotes de plagas y enfermedades con graves repercusiones para el crecimiento y la producción forestales que repercutirán en cambios en la productividad y salud de los bosques, cambios en la fertilidad del suelo debido a la reducción de materia orgánica, así como cambios en el área de distribución geográfica de algunas especies de árboles. A su vez, el cambio climático también va a ser responsable de la pérdida de biodiversidad, afectará a especies de los ecosistemas, afectando a los servicios que estos prestan y de los que depende la sociedad. Los impactos en el sector forestal perjudicarán la viabilidad económica de la silvicultura y, por lo tanto, a las zonas que se benefician de ello como son las zonas rurales de la región.

Los impactos que el cambio climático van a provocar en el sector forestal de Extremadura van a crear la necesidad de adaptación de este sector en la región. La capacidad de adaptación va a depender de la intensidad de los cambios y la velocidad a la que estos se produzcan. Si la intensidad con la que se produce el cambio en la región es muy grande, las especies forestales no podrán adaptarse a las nuevas condiciones ambientales, debido a la falta de variabilidad genética. En el caso de que los cambios ambientales se produzcan con mucha rapidez, los árboles con ciclos de vida largo, es decir, las especies forestales muy longevas, no adquirirán capacidad de soportar las nuevas condiciones ambientales y, por lo tanto, las especies de ciclos de vida largos podrían tener desventajas adaptativas. Así, las especies forestales con alta variabilidad genética y rápida capacidad de respuesta a los cambios tendrán mayor probabilidad de adaptarse a las variaciones climáticas que se produzcan (Castro *et al.*, 2009).

Sería fundamental impulsar una gestión forestal sostenible en Extremadura. Este tipo de gestión implicaría conocer las principales funciones de los ecosistemas forestales y los efectos de las prácticas realizadas por el hombre. Una gestión sostenible, tanto de los bosques naturales como los plantados, permitiría reducir la deforestación, detener la pérdida de biodiversidad, reducir la degradación de los recursos y de la tierra, y contribuir a la mitigación del cambio climático.

Entre las medidas de adaptación del sector forestal al cambio climático habría que promocionar los cultivos agroforestales y las plantaciones bioenergéticas, cultivos que están integrados por una serie de especies vegetales cuya cosecha (biomasa), a diferencia de los cultivos agrícolas tradicionales, se dedica a la producción de energía (o cultivos). Si las plantaciones bioenergéticas están adecuadamente ubicadas, diseñadas y gestionadas, podrían reducir la lixiviación de nutrientes y la erosión del suelo, y generar servicios medioambientales adicionales, como la acumulación de carbono en el suelo, la mejora de la fertilidad del suelo, o la eliminación de cadmio y otros metales pesados del suelo o de los desechos. Asimismo, podrían incrementar la recirculación de nutrientes, contribuir al tratamiento de aguas de desecho y lodos ricos en nutrientes, y ofrecer hábitats para la biodiversidad en el paisaje agrícola (Bates *et al.*, 2008)

Además, permitiría ayudar a disminuir la presión sobre los bosques naturales, promoviendo la conservación del suelo y suministrando servicios ecológicos al ganado y a la industria productora de energías renovables (IPCC, 2007).

En el sector forestal, el objetivo principal es aumentar la resistencia de los ecosistemas forestales mediante un uso más sostenible de los recursos naturales, especialmente el agua y el suelo. Al proteger la base de recursos naturales en la que se sustenta el crecimiento de los ecosistemas forestales, el sector puede desarrollar una mayor resistencia a los cambios climáticos. Ese tipo de respuesta asegurará que las decisiones de gestión forestal aplicadas en las próximas décadas no comprometan la capacidad de hacer frente a las repercusiones de mayor envergadura que podrían aparecer en el transcurso del siglo en Extremadura.



## 6. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA BIODIVERSIDAD

El cambio climático va a afectar considerablemente a la economía y a la sociedad mundial por su impacto sobre los ecosistemas, principalmente por su influencia sobre el capital natural, la biodiversidad y el flujo de servicios que prestan los ecosistemas terrestres, marinos y de agua dulce (Libro Verde, 2007).

Las variaciones climáticas van a tener profundas repercusiones sobre los componentes físicos y biológicos de los ecosistemas como el agua, el suelo, el aire, provocando la pérdida de diversidad, ya que afectará de manera directa a las especies que habitan en ellos, impactando de manera considerable en los servicios que los ecosistemas prestan a los seres humanos y de los que depende la sociedad (Libro Blanco, 2009).

Las variaciones climáticas no repercutirán en todos los ecosistemas por igual, los ecosistemas sanos tendrán mayor resistencia a los impactos derivados del cambio climático y, por consiguiente, mostrarán mayor capacidad de mantener los servicios ecosistémicos de los que dependen la prosperidad y el bienestar de la sociedad. Por el contrario, ecosistemas ya de por sí frágiles, serán más vulnerables a cualquier cambio en las condiciones ambientales.

Por esta razón, deben reducirse las presiones sobre los diferentes ecosistemas, evitando la fragmentación, degradación, sobreexplotación y contaminación de los mismos y principalmente de los ecosistemas más vulnerables (Libro Verde, 2007).

La importancia de los ecosistemas estriba en el papel fundamental que desempeñan en la regulación del clima, como las turberas, los humedales y las profundidades oceánicas, que permiten el almacenamiento de grandes cantidades de carbono o los ecosistemas de marismas y las dunas, que ofrecen protección contra las tormentas. La modificación de los ecosistemas debida al cambio climático tendrá también repercusiones negativas para otros servicios ecosistémicos, como el suministro de agua potable, la producción de alimentos y los materiales de construcción, a la vez que producirse el deterioro de los océanos por la acidificación. Por otro lado, prácticas de usos del suelo y algunas decisiones de planificación como la construcción en llanuras aluviales podrían aumentar la vulnerabilidad al cambio climático de ecosistemas y sistemas socioeconómicos, reduciendo en consecuencia su capacidad de adaptación (Libro Blanco, 2009).

España, debido a la posición geográfica, la orografía, las condiciones climáticas, la litología, así como factores paleobiogeográficos y sociológicos, presenta una gran variedad de ecosistemas únicos, que albergan un elevado número de especies, con un alto porcentaje de endemismos (Moreno *et al.*, 2005).

Como se ha comentado con anterioridad en el capítulo del sector forestal, las predicciones advierten que si la subida de la temperatura media mundial supera 1,5 °C ó 2,5 °C, puede aumentar el riesgo de extinción de entre el 20 % y el 30 % de las especies vegetales y animales estudiadas hasta el momento. A esto hay que unirle que más de la mitad de las especies vegetales europeas podrían convertirse en vulnerables o amenazadas desde la actualidad hasta el 2080. Esto es debido a que todos los procesos naturales, biológicos y físicos están reaccionando a las variaciones climáticas. La menor disponibilidad de agua, los daños ocasionados por el viento, las temperaturas más elevadas, los incendios de montes y el agravamiento de las enfermedades son problemas que van a afectar a la biodiversidad y los recursos naturales (Libro Verde, 2007).

Existen dos escenarios futuros de efectos del cambio climático sobre la biodiversidad (Gráfico 6.1),

- Hipótesis I, avala la teoría de que los ecosistemas se desplazan en conjunto en función del clima

Este primer enfoque basado en el movimiento de ecosistemas, supone que los ecosistemas migran relativamente intactos a nuevos emplazamientos que tengan un clima y entorno parecidos, lo que constituye una simplificación excesiva de lo que ocurrirá en la realidad (IPCC, 2002). Los ecosistemas completos podrían desplazarse hacia regiones situadas más al norte o en zonas de cotas más altas, para poder adaptarse a los cambios de temperaturas y precipitación (Moreno *et al.*, 2005). Los conocimientos ecológicos más básicos sugieren que esta hipótesis es muy improbable que ocurra en realidad, debido a diferencias en la tolerancia climática de las distintas especies dentro del ecosistema, la variabilidad genética dentro de muchas de ellas, sus diferentes longevidades, sus distintas capacidades migratorias, y los impactos de especies invasoras (IPCC, 2002) y principalmente debido a la creciente fragmentación de hábitat y a la complejidad de las respuestas de las distintas especies y de sus interacciones (Moreno *et al.*, 2005). Aunque en general se trata de un paradigma de trabajo idealizado, este tipo de simulaciones son útiles para analizar escenarios del cambio climático y sus efectos potencialmente importantes (IPCC, 2002).

- Hipótesis II, defiende la idea de que los ecosistemas sufrirán cambios de manera que se adapten a las nuevas condiciones climáticas

El segundo escenario asume que a medida que el clima y otros factores ambientales cambien, se producirán transformaciones en la composición y dominio de las especies, modificando los ecosistemas. La población de algunas de estas especies disminuirá o se extinguirá localmente, mientras que la población de otras especies aumentará. La longevidad de los individuos, la estructura de la edad de las poblaciones existentes, y la llegada de especies invasoras moderarán estos cambios. El resultado será ecosistemas de tipos bastante diferentes de los existen en la actualidad. Los datos paleoecológicos indican que en el pasado existieron unos tipos de ecosistemas muy parecidos a los que existen ahora, pero también se vieron combinaciones de especies dominantes no observadas hoy (IPCC, 2002).

El problema con este enfoque, reside en la dificultad de utilizarlo para realizar algún pronóstico práctico sobre posibles cambios, debido a la falta de información detallada sobre la distribución actual de cada una de las especies y al desconocimiento de sus interacciones (IPCC, 2002). Por lo tanto, la mayoría de los estudios regionales y mundiales que intentan evaluar los impactos potenciales del cambio climático han tenido que utilizar el enfoque de movimiento de ecosistemas. También tienen limitaciones a la hora de estimar los cambios en la distribución de las vegetaciones, ya que incluyen la suposición implícita, y a menudo inválida, de que las poblaciones de animales sigan los componentes de la vegetación de un ecosistema. Sin embargo, los estudios experimentales y de observación han mostrado muchas situaciones en las que los animales responden al cambio climático mucho antes de que tenga lugar ningún cambio importante en la vegetación (IPCC, 2002).

En general, ambas hipótesis planteadas sobre escenarios futuros se corresponden con la realidad en algunos casos, mientras son poco realistas en otros. El desplazamiento de distribuciones afectaría principalmente a especies con buena capacidad de dispersión como las aves y ciertos insectos; mientras parece poco viable en otras como los anfibios, peces y la mayoría de los invertebrados. Los nuevos retos ecológicos a los que se enfrenten las primeras en sus nuevas áreas de distribución pueden impedir la colonización. La alteración de las interacciones ecológicas que tienen lugar en los ecosistemas puede perjudicar a las relaciones tróficas, rompiendo el equilibrio entre las poblaciones depredador y las poblaciones presa (Moreno *et al.*, 2005).

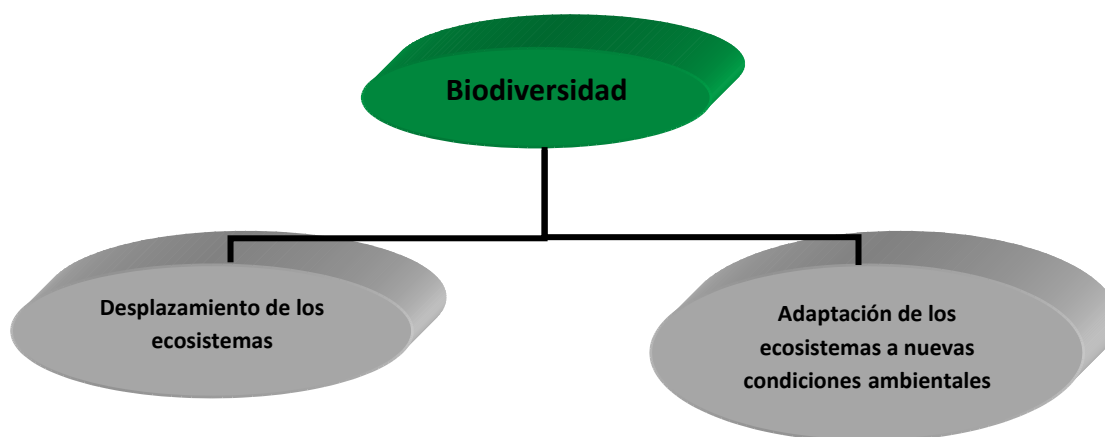


Gráfico 6.1. Escenarios futuros de efectos del cambio climático sobre la biodiversidad.

Si bien el presente mapa de impactos analiza diferentes sectores de forma independiente, no puede obviarse las múltiples interacciones que existen entre los sectores. En el capítulo actual se examina la biodiversidad, analizando de manera individualizada la biodiversidad animal y la biodiversidad vegetal, que presenta una elevada vinculación con los sectores agrícola, ganadero y forestal.

## 6.1. Biodiversidad en España

### ***Biodiversidad animal***

A nivel mundial se han descrito aproximadamente unas 51.000 especies de vertebrados, que representan el 4,1 % de las especies descritas en el mundo (Ramos y Templado, 2002). En la Península Ibérica están descritas unas 1.800 especies de vertebrados, incluyendo peces continentales y marinos y considerando sólo las aves residentes y reproductoras (Ramos *et al.*, 2002). El número total de especies de vertebrados computado puede variar levemente, según el criterio taxonómico utilizado para cada especie como es el caso de los anfibios, reptiles o mamíferos, o puede encontrar grandes discrepancias en el número de especies descritas como en el caso de los peces marinos y continentales (Moreno *et al.*, 2005) (Tabla 6.1).

Tabla 6.1. Número de especies descritas para las distintas clases de vertebrados en la Península Ibérica (Moreno *et al.*, 2005).

ESPECIES	NÚMERO DE ESPECIES DESCRITAS
Mamíferos	118
Aves	368
Reptiles	61
Anfibios	29
Peces continentales y marinos	750

A nivel europeo, España es uno de los países con mayor cantidad de especies de vertebrados descritas y más cantidad de especies endémicas. Sin embargo, España también resulta el primer país europeo con mayor número de especies de vertebrados en peligro de extinción, alcanzando el 7% (Ramos *et al.*, 2002).

Las consecuencias del cambio climático, van a afectar principalmente a especies endémicas, muy adaptadas a condiciones climatológicas determinadas y a especies que ya se encuentran en situación vulnerables como especies amenazadas de extinción, por eso son sobre estas especies, muy abundantes en España, dónde deben ir dirigidas las medidas de adaptación.

En los ecosistemas españoles habitan aproximadamente 68.000 especies animales (Ramos y Templado, 2002), de las cuales un 98% son especies de invertebrados, y de ellas, alrededor de un 76% son insectos, alzando unas 50.000 especies descritas. Por lo tanto, los invertebrados constituyen, la mayor contribución a la diversidad animal, tanto en el medio terrestre como en las aguas dulces, salobres y marinas de la Península Ibérica y los archipiélagos (Moreno *et al.*, 2005).

De estos datos, se concluye que el grupo de animales con mayor éxito evolutivo que ha alcanzado un importante papel en todos los ecosistemas son los insectos (Moreno *et al.*, 2005).

España es posiblemente es el país más rico en especies animales de la Unión Europea, y es el que posee el mayor número de endemismos, por eso el cambio climático producirá graves consecuencias sobre la biodiversidad animal.

### **Biodiversidad vegetal**

El patrimonio vegetal español presenta una diversidad de especies muy relevante en el contexto europeo y mediterráneo. Cerca del 80% de las especies de plantas con flores que viven en la Unión Europea se hallan en España. Esta riqueza se debe a la estratégica ubicación de la Península Ibérica que ha favorecido la presencia de la importante riqueza florística (Moreno *et al.*, 2005).

Las estimaciones más recientes sitúan la flora vascular, helechos, gimnospermas y angiospermas, entre 8.000 y 9.000 especies o subespecies, de las cuales entre 1.300 y 1.500 son especies endémicas (Moreno *et al.*, 2005).

Las montañas ibéricas son las áreas de mayor diversidad, debido a la gran variedad de hábitat y a un menor grado de transformación antrópica (Castro *et al.*, 1996). Dentro del sistema montañoso ibérico, Sierra Nevada destaca como el lugar con mayor número de especies, alcanzando el 14% de las especies cartografiadas. Por el contrario, las mesetas y las grandes cuencas endorreicas y fluviales interiores ofrecen menor variedad de hábitats para la flora y menor número de plantas amenazadas, al ser extensiones de terreno muy transformadas por el hombre (Moreno *et al.*, 2005).

Aunque hay endemismos vegetales españoles que ocupan una superficie amplia y no se hallan amenazados, las altas densidades de endémicas muestran una correspondencia clara con las áreas más ricas en flora amenazada (Moreno *et al.*, 2005).

En la Península Ibérica, los sistemas montañosos presentan un elevado número de endemismos de especies ligadas tanto a la vegetación en esta zona como a la altitud (Martín *et al.*, 2000). Asimismo, en áreas con condiciones climáticas más extrema y con mayores índices de aridez como las zonas costeras de la región del sudeste de la Península Ibérica (Verdú y Galante, 2002) se encuentran especies con alto índice de endemismos (Moreno *et al.*, 2005).

La vegetación de alta montaña, los bosques y arbustadas caducifolios sensibles a la sequía estival, los bosques esclerofilos y lauroides del sur y suroeste peninsular y la vegetación litoral se cuentan entre los tipos más vulnerables. La simplificación estructural de la vegetación y el predominio de las extinciones locales sobre las recolonizaciones son tendencias recurrentes de los distintos impactos. Las pérdidas de diversidad florística tienen una relevancia especial en el caso español, puesto que nuestro país alberga una proporción muy elevada de la diversidad vegetal europea (Moreno *et al.*, 2005).

## 6.2. La biodiversidad en Extremadura

La Comunidad Autónoma de Extremadura constituye uno de los patrimonios naturales más ricos y diversos de la Unión Europea. La región se caracteriza por sus grandes contrastes paisajísticos y por una enorme variedad de hábitats, lo que unido a un favorable grado de conservación, le permite mantener una valiosa diversidad de especies de flora y fauna silvestre.

### Red de Áreas Protegidas de Extremadura

La **Red de Áreas Protegidas de Extremadura**, constituida a través de la *Ley 8/1998, de 26 de junio, de conservación de la naturaleza y de espacios naturales de Extremadura*, modificada por la *Ley 9/2006, de 23 de diciembre*, es un sistema suficiente, eficaz y representativo de los principales sistemas y formaciones naturales de la región y está dotada de los instrumentos adecuados de gestión que aseguren el mantenimiento, mejora y conservación de los principales recursos naturales y la biodiversidad en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

La Red de Áreas Protegidas de Extremadura se compone inicialmente de todos los **Espacios Naturales Protegidos (RENPEX)** y zonas de la **Red Natura 2000 (RN 2000)** (Gráfico 6.2).

Las áreas protegidas se encuentran en muchos de los casos superpuestas, por lo que una vez eliminados los solapes, la superficie total protegida en la Comunidad Autónoma de Extremadura es de 1.276.288 hectáreas, lo que supone el 30,6% de la superficie total de la Comunidad, representando la Red Natura 2000 el 30,2% y la Red de Espacios Naturales Protegidos el 7,5% (Tabla 6.2). De manera provincial, tenemos que el 42,87% de esta superficie se encuentra en Badajoz y el 57,12% en Cáceres.

Tabla 6.2. Superficie de las Comunidad extremeña ocupada por la Red de Áreas protegidas de Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

ÁREAS PROTEGIDAS EXTREMADURA	DE	SUPERFICIE (hectáreas)	Porcentaje de la superficie total de EXTREMADURA
<b>EXTREMADURA</b>		4168021,60	100%
<b>Zonas de Especial Protección de Aves (ZEPA)</b>		1.089.232,90	26,10%
<b>Lugares de Importancia Comunitaria (LIC)</b>		828.949,17	19,90%
<b>Espacios Naturales Protegidos (ENP)</b>		314.110,89	7,50%
<b>Red Natura 2000 (ZEPA+LIC)</b>		1.257.787,05	30,20%
<b>Áreas Protegidas (ZEPA+LIC+ENP)</b>		1.276.288,09	30,60%

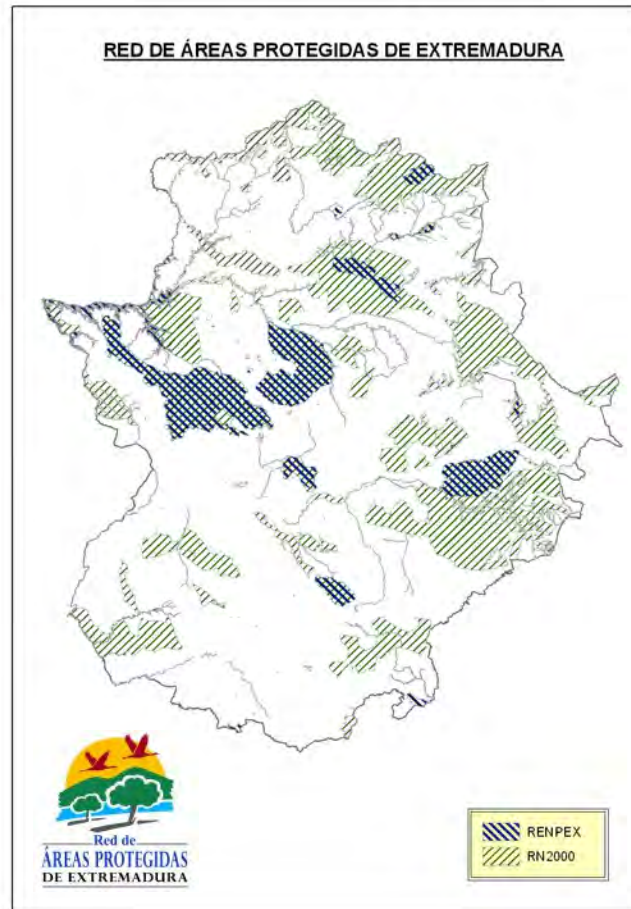
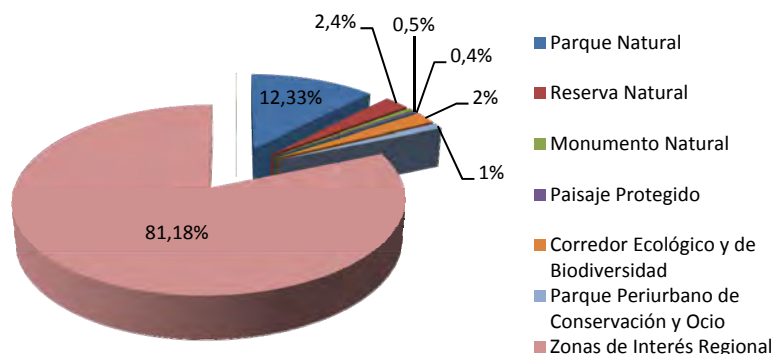


Gráfico 6.2. Mapa de Red de Áreas Protegidas de Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

Los **Espacios Naturales Protegidos** son zonas del territorio de la Comunidad declarados como tal atendiendo a la representatividad, singularidad, rareza, fragilidad o interés de sus elementos o sistemas naturales. Se disponen para ellos, en el marco del desarrollo sostenible, regímenes adecuados de protección y conservación tanto de su diversidad biológica como de los recursos naturales y culturales asociados a ellos.

Según establece la *Ley de conservación de la naturaleza y de espacios naturales de Extremadura*, y debido a la disparidad de zonas y valores que se deben proteger en la región extremeña, se crearon distintas figuras de protección en función de las características particulares y valores de los recursos naturales de cada espacio natural, constituyendo así, 10 figuras distintas que forman los Espacios Naturales Protegidos de Extremadura.

En esta Red se encuentran englobados los parques naturales, las reservas naturales, los monumentos naturales, los paisajes protegidos, los lugares de interés científico, los corredores ecológicos y de biodiversidad, los parques periurbanos de conservación y ocio, las zonas de interés regional, los árboles singulares y los corredores ecoculturales. La extensión de estos dos últimos espacios naturales, junto con la de los lugares de interés científico, es poco significativa en la Comunidad (Gráfico 6.3).



**Gráfico 6.3. Distribución de la superficie de la Comunidad de Extremadura ocupada por la Red de Espacios Naturales de Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).**

El grueso de la superficie de la región incluida en la Red de Espacios Protegidos de Extremadura, lo conforman las zonas catalogadas como Zonas de Interés Regional y las zonas catalogadas como Parque Natural (Tabla 6.3).

**Tabla 6.3. Espacios Protegidos de Extremadura más significativos y superficie de cada uno de ellos en la Comunidad respecto al total de la Red de Espacios Protegidos de Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).**

RED DE ESPACIOS PROTEGIDOS DE EXTREMADURA	NOMBRE	PORCENTAJE DE SUPERFICIE DE ESPACIOS PROTEGIDOS CON RESPECTO AL RENPEX
Zonas de Interés Regional	Sierra de San Pedro	81,18%
	Llanos de Cáceres y Sierra de Fuentes	
	Embalse de Orellana y Sierra de Pela	
	Sierra Grande de Hornachos	
Parque Natural	Cornalvo	12,34%
	Tajo Internacional	

La **Red Natura 2000**, red ecológica europea de áreas de conservación de la biodiversidad, es un conjunto de espacios naturales seleccionados por su alto valor ecológico y diversidad biológica. El objetivo principal de la creación de la Red Natura 2000 es garantizar la conservación de la biodiversidad que existe en estas áreas naturales, y por lo tanto, de las especies de fauna y flora, así como de sus hábitats. Asimismo, la creación de esta red pretende fomentar y armonizar el desarrollo económico y social de las zonas rurales donde se ubican dichas áreas.

La Red Natura está compuesta por las **Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA)** y por las **Zonas Especiales de Conservación (ZEC)**. Éstas últimas son los Lugares de **Importancia Comunitaria (LIC)**.

La Red Natura 2000 en la Comunidad Autónoma de Extremadura está constituida por 156 espacios, suponiendo esto un 30,2% de la superficie total de la región. Conforman esta red 69 ZEPAS, con un 26,1% de la superficie total de la Comunidad y 87 LIC que ocupan el 19,9% (Tabla 6.2).

Existen además, **otras figuras de Protección de Espacios**, como los Parques Nacionales, zonas RAMSAR en relación al Convenio relativo a los Humedales de Importancia Internacional y Reservas de la Biosfera del Programa sobre el Hombre y la Biosfera de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Tabla 6.4).

Tabla 6.4. Espacios con otra figura de protección en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

FIGURA DE PROTECCIÓN	NOMBRE	SUPERFICIE (ha)
Parque Nacional	Monfragüe	17.852
Reserva de la Biosfera	Monfragüe	116.160
RAMSAR	Complejo Lagunar de la Albuera	1.878
	Embalse de Orellana	5.500

### Especies Amenazadas

El Decreto 37/2001, de 6 de marzo, por el que se regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura, concibe este Catálogo como un registro público y abierto, en el que se incluyen las especies, subespecies o poblaciones de flora y fauna silvestres que deben ser objeto de medidas de conservación especiales con el fin de asegurar su supervivencia y reproducción dentro de su área de distribución en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

El Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura está constituido por 450 especies incluidas en cinco categorías (Tabla 6.5).

Tabla 6.5. Especies incluidas en las distintas categorías de amenaza en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

CATEGORÍA DE AMENAZA	Nº DE ESPECIES
En peligro de extinción	22
Sensibles a la alteración de su hábitat	50
Vulnerable	63
De interés especial	312
Extinta	3

De las 450 especies de flora y fauna incluidas en cada categoría de amenaza establecidas por el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura, destaca que unas 250 especies correspondientes a la categoría de Interés Especial, esto es más del 80%, son de fauna, así como las tres únicas extintas.

El Catálogo determina además, las especies que reciben una catalogación específica en función del grado de peligro en su conservación y exige planes de acción en los que se definen las medidas necesarias para evitar el declive y la extinción de las mismas a la vez que fomenta su recuperación, contribuyendo en lo posible a la conservación y recuperación de estas especies en la Península Ibérica a largo plazo, así como las medidas necesarias para asegurar la conservación del hábitat natural en el que se asienta la población en Extremadura y de las zonas que podría recolonizar en el futuro.

Hasta el año 2009, en la Comunidad se encontraban publicados nueve planes de acción de especies protegidas y durante ese mismo año se han publicado cuatro nuevos planes, tres de ellos correspondientes a quirópteros (murciélago mediano de herradura, murciélago mediterráneo y murciélago ratonero forestal) y uno a aves (grulla común) (Tabla 6.6).

Tabla 6.6. Planes de acción vigentes en la Comunidad Autónoma de Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

ESPECIE	CATEGORÍA DE AMENAZA	PLAN DE ACCIÓN
Lince ibérico ( <i>Lynx pardina</i> )	En peligro de extinción	Plan de Recuperación
Águila imperial ibérica ( <i>Aquila adalberti</i> )	En peligro de extinción	Plan de Recuperación
Águila perdicera	Sensible a la alteración de su hábitat	Plan de Conservación del Hábitat

Tabla 6.6. Planes de acción vigentes en la Comunidad Autónoma de Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

ESPECIE	CATEGORÍA DE AMENAZA	PLAN DE ACCIÓN
<i>(Hieraetus fasciatus)</i>		
Buitre negro <i>(Aegypius monachus)</i>	Sensible a la alteración de su hábitat	Plan de Conservación del Hábitat
<i>Macromia splendens</i>	En peligro de extinción	Plan de Recuperación
Caballito del diablo <i>(Coenagrion mercuriale)</i>	Sensible a la alteración de su hábitat	Plan de Conservación del Hábitat
Libélula <i>(Oxygastra curtisii)</i>	Sensible a la alteración de su hábitat	Plan de Conservación del Hábitat
Libélula <i>(Gomphus graslinii)</i>	De interés especial	Plan de Manejo
Grulla común <i>(Grus grus)</i>	De interés especial	Plan de Manejo
Murciélago mediano de herradura <i>(Rhinolophus mehelyi)</i>	En peligro de extinción	Plan de Recuperación
Murciélago mediterráneo <i>(Rhinolophus euryale)</i>	En peligro de extinción	Plan de Recuperación
Murciélago ratonero forestal <i>(Myotis bechsteinii)</i>	En peligro de extinción	Plan de Recuperación

### Censos de Especies Protegidas en Extremadura

Los censos constituyen un pilar básico en el marco de la política de conservación de la naturaleza y áreas protegidas. Los censos de flora y fauna son el medio más directo de conocer aquello que ha de conservarse y aportan gran información acerca del modo, lugar y grado en que debe hacerse.

En este sentido, en la campaña de censos del 2009 se analizan las **especies más emblemáticas** presentes en el territorio extremeño. Entre ellas destacan fundamentalmente siete especies de fauna:

#### **Águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*)**

En el Anexo I del Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura, se declara al águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*) como especie catalogada e incluida en la categoría “en peligro de extinción”, estando considerada como una de las aves con más riesgo de desaparecer de la tierra.

En la actualidad Extremadura alberga aproximadamente el 25% de la población mundial de esta especie en peligro de extinción, estando el 60% de la misma en la provincia de Cáceres, fundamentalmente en los núcleos de Sierra de San Pedro (Cáceres) y el Parque Nacional de Monfragüe (Cáceres) (Gráfico 6.4).



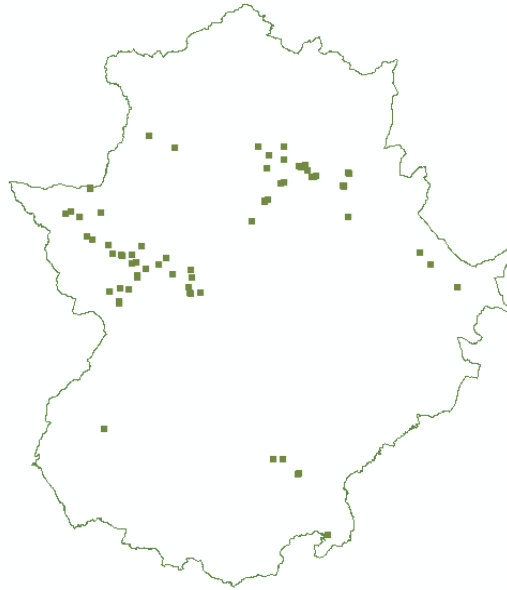


Gráfico 6.4. Localización del águila imperial ibérica en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

Las principales amenazas para la especie están relacionadas con los efectos directos e indirectos de la actividad humana, pérdida de hábitat, tendidos eléctricos, uso ilegal del veneno, molestias en la zona de cría, etc. Así su distribución actual está restringida a áreas más boscosas que en el pasado y con menor intensidad de uso de suelo por parte del hombre.

En los últimos años se ha constatado un moderado aumento en el número de parejas en la Comunidad. Cabe destacar la recolonización de áreas como las Villuercas en la provincia de Cáceres y la presencia de aves juveniles en el suroeste de Badajoz durante la primavera.

#### Águila perdicera (*Hieraetus fasciatus*)

El águila perdicera (*Hieraetus fasciatus*) es una especie catalogada e incluida en la categoría “sensible a la alteración de su hábitat”, siendo una de las rapaces más amenazadas del continente y estando en regresión en casi toda su área de distribución. Se calcula que en los últimos 20 años la población mundial ha disminuido casi a la mitad.

Extremadura cuenta con 83 de las 700 parejas de águila perdicera que hay en la Península Ibérica, estando esta especie representada igualmente en las provincias de Cáceres y Badajoz, si bien es más extraña su presencia en la zona norte de Cáceres y en el suroeste de Badajoz (Gráfico 6.5).

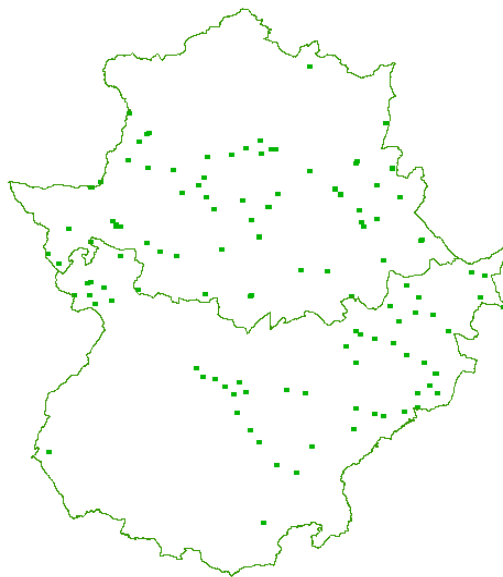


Gráfico 6.5. Localización del águila perdicera en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

La tendencia de la especie en la Comunidad Autónoma de Extremadura, al igual que en Andalucía, es bastante estable aunque su situación es preocupante ya que cada vez son más frecuentes las parejas mixtas de adultos-subadultos en las que es más habitual el fracaso reproductor.

Entre los factores de amenazas destacan las molestias por actividades humanas, la pérdida de su hábitat, los tendidos eléctricos, la percusión directa y la competencia interespecífica con otras especies como el buitre leonado.

### **Águila real (*Aquila chrysaetos*)**

En el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura se declara al águila real (*Aquila chrysaetos*) especie catalogada e incluida en la categoría "vulnerable".

En la Península, esta especie presenta una amplia y heterogénea distribución ocupando los principales sistemas montañosos. Con 112 parejas, Extremadura alberga alrededor del 10% de la población española. Esta especie está presente en todo el territorio extremeño, si bien aparece raramente en las zonas de Granadilla y Valle de Ambroz, en la provincia de Cáceres, así como en el suroeste de la provincia de Badajoz (Gráfico 6.6).

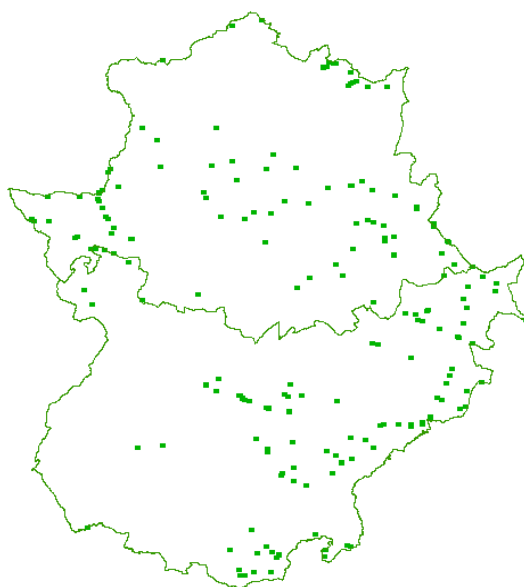


Gráfico 6.6. Distribución del águila real en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

Cabe destacar que, mientras a nivel nacional sólo el 10% de los nidos se sitúan en árboles, en la región extremeña ese porcentaje se eleva hasta el 30%.

Entre los factores de amenaza destacan las molestias por actividades humanas, la percusión directa, tendidos eléctricos, uso ilegal de veneno, disminución de presas, etc.

### **Alimoche (*Neophron percnopterus*)**

En el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura, se declara el alimoche (*Neophron percnopterus*) especie catalogada e incluida en la categoría "vulnerable".

Extremadura, con 157 parejas, alberga aproximadamente el 12% de la población española. La tendencia general de la población en los últimos 20 años ha sido de claro declive, habiendo desaparecido de muchas de sus antiguas áreas de distribución, especialmente de aquellas más agrícolas.

En cuanto a su distribución por provincias, más del 75% de las parejas se encuentran en Cáceres, siendo prácticamente nula la presencia de la especie en áreas del suroeste de Badajoz (Gráfico 6.7).

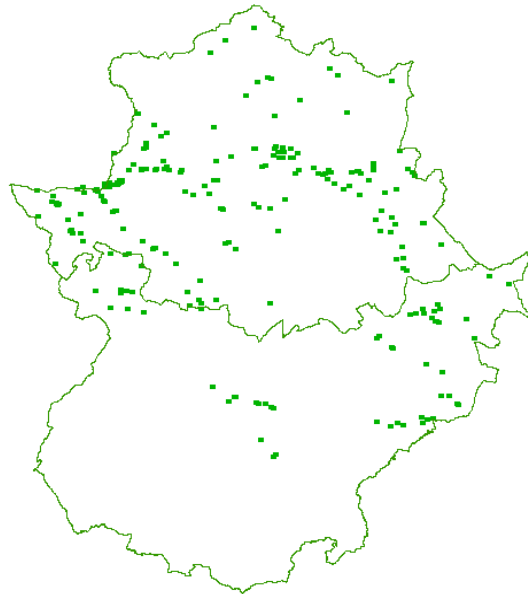


Gráfico 6.7. Distribución del alimoche en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

Las principales amenazas son disminución de la ganadería extensiva, desaparición de muladares, uso ilegal de veneno, tendidos eléctricos y molestias durante la reproducción.

#### **Buitre negro (*Aegypius monachus*)**

El buitre negro (*Aegypius monachus*) es una especie catalogada e incluida en la categoría “sensible a la alteración de su hábitat”.

Extremadura, con 863 parejas, representa el 70% de la población nacional. El 80% de la misma se ubica en la provincia de Cáceres. Destacan los núcleos de Sierra de San Pedro y Monfragüe, ambos en Cáceres, además de la Sierra de Gata, ubicada también en dicha provincia, con más de 130 parejas de buitre negro (Gráfico 6.8).

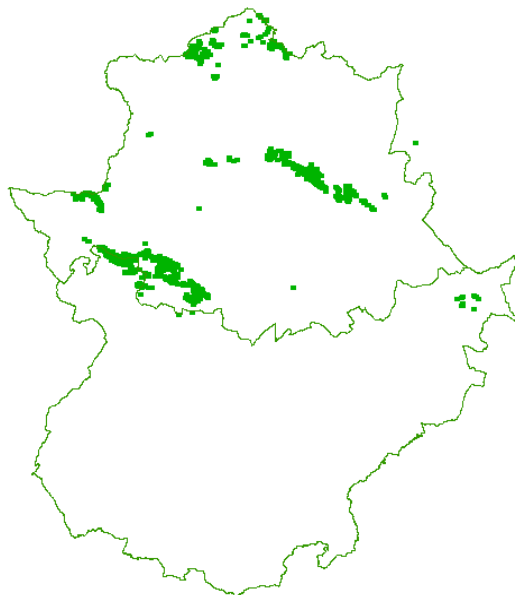


Gráfico 6.8. Distribución del buitre negro en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

Entre los factores de amenaza según el Plan de Conservación del Hábitat del buitre negro en Extremadura (*Orden de 6 de junio de 2005*), se recoge que las principales amenazas para la especie son:

- Los usos y aprovechamientos forestales incompatibles con la nidificación del buitre negro.

- La baja disponibilidad de alimento por destrucción de cadáveres de la cabaña ganadera.
- La destrucción de hábitats por incendios forestales.
- La disminución del éxito reproductivo por molestias humanas en el área de los nidos.
- Los tóxicos y venenos en el área de alimentación.

#### **Cigüeña negra (*Ciconia nigra*)**

En el Catálogo Regional de Especies Amenazadas se declara la cigüeña negra (*Ciconia nigra*) como especie “en peligro de extinción”.

La región alberga cerca del 60% de la población presente en la Península Ibérica y el 65% de la misma se ubica en la provincia de Cáceres, pero en la de Badajoz destaca el núcleo de Dehesas de Jerez con más de 30 parejas (Gráfico 6.9).

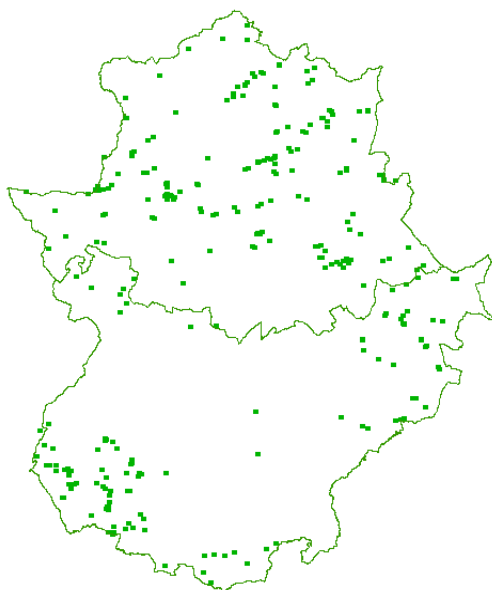


Gráfico 6.9. Localización de la cigüeña negra en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

Los principales factores de amenaza como se recoge en la ficha técnica de la especie elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente, las principales amenazas son la alteración del hábitat en áreas de nidificación por infraestructuras y presión urbanística, la contaminación del agua en zonas de alimentación, las molestias derivadas de actividades humanas (pescadores, embarcaciones, escaladores, etc.), las actividades forestales durante la cría, los tendidos eléctricos, etc.

#### **Halcón peregrino (*Falco peregrinus*)**

En el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura se declara el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) especie catalogada e incluida en la categoría “sensible a la alteración de su hábitat”.

A nivel nacional, el halcón peregrino tiende a ser menos frecuente en las zonas más sureñas y occidentales, por lo que en Extremadura no es una especie abundante, estando mucho más representada en Cáceres que en Badajoz. Los núcleos más importantes son las Villuercas-Ibores, Gredos y Hurdes, todos ellos en la provincia de Cáceres (Gráfico 6.10).

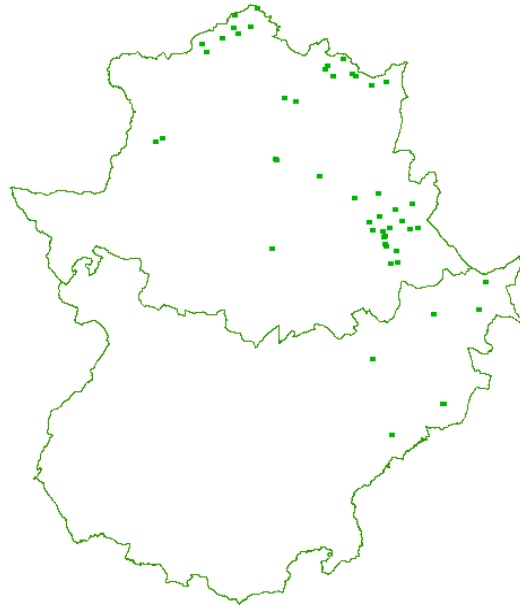


Gráfico 6.10. Distribución del halcón peregrino en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

Las amenazas para la especie parecen estar relacionadas con los expolios, a altos niveles de plaguicidas y las molestias en zonas de cría.

Extremadura presenta una amplia extensión de áreas protegidas de gran valor ecológico, donde habitan especies que pueden verse afectadas por el cambio climático, provocando graves perturbaciones en los ecosistemas de la región. Las variaciones climáticas, además, podrían agravar la situación de especies que actualmente se encuentran amenazadas. Por todo ello, la Comunidad Autónoma de Extremadura, desarrolla políticas ambientales que presta especial atención a la protección de estas zonas, controlando el tipo de usos de suelo, el sobrepastoreo del ganado, el mal uso de los recursos naturales derivado del turismo o el urbanismo, protegiendo los recursos hidrológicos y forestales de la Comunidad, reduciendo al máximo los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad.

Siguiendo estas directrices, sería interesante realizar en la región la catalogación de zonas o áreas especialmente sensibles al cambio climático, para aquellas áreas con ecosistemas originales únicos o especies amenazadas o endémicas que no tengan opción para desplazar su hábitat y puedan sufrir extinción.

### 6.3. Impactos del cambio climático sobre la biodiversidad

Los impactos más previsibles del cambio climático sobre la biodiversidad, están relacionados con cambios en el comportamiento de las especies o con la reducción del número de miembros, llegando incluso a la pérdida de especies, provocando cambios en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas afectados. Estos cambios pueden, a su vez, producir pérdidas en otras especies, y un efecto en cascada sobre la biodiversidad y la apertura de los sistemas naturales a invasiones de especies no autóctonas y por ende una mayor alteración de los ecosistemas. Por eso, los impactos del cambio climático, y sus efectos sobre la biodiversidad, pueden ser también evaluados en el ámbito de ecosistemas y dentro del contexto de determinados ecosistemas y su distribución dentro de paisajes naturales. Se debe destacar que para evaluar los impactos del cambio climático hay que considerar a los regímenes cambiantes de alteraciones, variabilidad climática y fenómenos extremos (IPCC, 2002).

El cambio climático afectará a la estructura y funcionamiento de los ecosistemas terrestres, alterará la fenología y las interacciones entre especies, favorecerá la expansión de especies invasoras y plagas, y aumentará el impacto de las perturbaciones tanto naturales como de origen humano. Las zonas y sistemas más vulnerables al cambio climático son las islas y los ecosistemas aislados, como son las islas edáficas y los sistemas de alta montaña, y los ecotonos o zonas de transición entre sistemas (Moreno *et al.*, 2005).

Es necesario señalar que el cambio climático también afectará a los ecosistemas acuáticos, tanto continentales como marinos, aunque este informe se centra en los impactos sobre los ecosistemas acuático continentales, por su presencia en la región.

Existe bastante certeza de que el cambio climático hará que parte de los ecosistemas acuáticos continentales españoles pasen de ser permanentes a estacionales; incluso algunos desaparecerán. La biodiversidad de muchos de ellos se reducirá y sus ciclos biogeoquímicos se verán alterados. La magnitud de estos cambios aún no puede precisarse. Los ecosistemas acuáticos más afectados serán ambientes endorreicos, lagos, lagunas, ríos y arroyos de alta montaña (1600-2500 metros), humedales costeros y ambientes dependientes de las aguas subterráneas (Moreno *et al.*, 2005).

Desde hace años, las actividades humanas han producido cambios en los ecosistemas, con una consiguiente pérdida de biodiversidad en muchas regiones. Estos cambios son debidos principalmente a factores como las pautas cambiantes en el uso de los suelos y la degradación de muchos ecosistemas, debidos primordialmente a la degradación de los recursos edáficos e hídricos; la pérdida, modificación y fragmentación del hábitat; la explotación selectiva de especies y la introducción de especies no autóctonas. Estas amenazas se verán agravadas por efecto del cambio climático (IPCC, 2002) (Tabla 6.7).

Tabla 6.7. Resumen de las principales consecuencias del cambio climático sobre la biodiversidad.

Principales consecuencias del cambio climático	Efectos derivados sobre la biodiversidad	Positivo / Negativo
<b>Incremento de la temperatura</b>	Modificación de las pautas de crecimiento y reproducción	Negativo
	Pérdida de sincronización entre especies	Negativo
	Extensión del periodo de reproducción	Positivo
	Cambios en el área de distribución de especies	Negativo
	Modificación de las pautas migratorias	Negativo
	Aumento de especies invasoras	Negativo
	Aumento de la frecuencia e intensidad de brotes de plagas y enfermedades	Negativo
	Disminución de los tamaños corporales	
<b>Variación del ciclo de precipitaciones</b>	Ampliación del periodo de actividad vegetativa	Positivo
	Cantidad y calidad de recursos hídricos	Negativo
	Disminución de los tamaños poblacionales	Negativo
	Modificación de la composición de especies	Negativo
	Menor desarrollo embrionario y reproducción	Negativo
<b>Fenómenos climáticos extremos</b>	Disminución de especies parásitas relacionadas con recursos hídricos	Positivo
	Aumento del número y frecuencia de los incendios	Negativo
	Pérdida o alteración del hábitat	Negativo
	Erosión del suelo	Negativo

## Incremento de las temperaturas

Los efectos del cambio climático afectarán a los sistemas biológicos de todo el mundo, y en especial los derivados del incremento de las temperaturas, ya que modificará pautas de comportamiento como la reproducción o las migraciones, extensión del periodo de cría, la distribución de las especies y los tamaños de las poblaciones (IPCC, 2002).

En general, el incremento de las temperaturas modificará la fenológica de las especies tanto de animales como vegetales. Unas temperaturas más cálidas durante otoño y primavera van a afectar a las pautas de crecimiento y reproducción de las especies. El incremento de las temperaturas en primavera podría adelantar la madurez sexual de las especies y, por consiguiente, la época de reproducción de las mismas, ya que se darían condiciones climáticas óptimas en épocas del año que en la actualidad no lo son. En las especies animales se podría adelantar la puesta de huevos como en el caso de las aves y de algunos anfibios, mientras que en las especies vegetales se anticiparían los periodos de floración.

Por otro lado, el incremento de las temperaturas podría repercutir de manera negativa en desarrollo embrionario de muchas especies de vertebrados como los reptiles, donde el sexo de las crías está determinado por la temperatura de los nidos. Por tanto, el aumento de la temperatura global, crearía sesgos por razón de sexo de estas especies, repercutiendo negativamente en la capacidad de los individuos para reproducirse (Dawson, 1992). En mamíferos, los aumentos de temperatura podrían llevar a hipertermia en hembras gestantes y consiguiente estrés térmico para los embriones, lo que en algunas especies determina una elevada mortalidad embrionaria (McLean, 1991). Estos efectos de la temperatura sobre la viabilidad de los embriones se han propuesto como una causa de la desaparición de muchos grandes mamíferos después de la última glaciación (McLean, 1978), (Moreno *et al.*, 2005).

Por otro lado, un incremento moderado de las temperaturas podría tener efectos positivos en la biodiversidad ya que produciría una extensión del periodo de reproducción de las especies, al incrementarse la temperatura al inicio de la primavera y por lo tanto aumentar el tiempo con temperatura óptima para la reproducción.

Sin embargo, el adelantamiento de los periodos de reproducción debido al aumento de las temperaturas, podría dar lugar a una desincronización entre las especies. Esta pérdida de sincronización entre los organismos puede conllevar, tanto en especies vegetales como en las animales, a fracasos reproductivos y a la disminución de la supervivencia (Moreno *et al.*, 2005). En vegetales se podría producir una pérdida de sincronización entre las plantas y las especies polinizadoras, mientras que en los animales, se daría entre especies predatoras y presas. Muchos organismos presa pueden responder más rápidamente que los predadores a las variaciones climáticas o viceversa, produciéndose una pérdida de sincronización entre consumidores y recursos (Moreno *et al.*, 2005).

En general, las especies con ciclos de vida más corto pueden responder a las variaciones climáticas mediante pequeños cambios evolutivos que se producen de manera muy rápida, por el contrario, especies con ciclos de vida más prolongados, responden a los cambios de manera más lenta, ya que la reacción a cambios rápidos en la disponibilidad de recursos solo puede darse mediante plasticidad fenotípica. El grado de plasticidad está modulado por la variabilidad en las condiciones ambientales experimentadas por una especie en el tiempo evolutivo. La variabilidad genética también puede posibilitar la adaptación al cambio en especies de vida corta (Moreno *et al.*, 2005).

Otra consecuencia directa del incremento de las temperaturas, serían los cambios en el área de distribución de las especies, al incrementarse las temperaturas; algunas áreas que actualmente tienen condiciones climáticas óptimas para las especies podrían variar, provocando el desplazamiento de las especies, tanto en latitud, es decir, hacia regiones situadas al norte, como en altitud, hacia cotas más altas.

Es probable que las especies que forman una comunidad respondan al cambio climático y a los regímenes de alteraciones de forma individual, con importantes diferencias temporales y periodos de reorganización, lo que puede alterar los ecosistemas establecidos y crear nuevos grupos de especies que pueden ser menos diversas e incluir más móviles y pueden establecerse con mayor rapidez (IPCC, 2002).

Las especies con menor capacidad para la modificación de sus áreas de distribución son las que habitan en zonas de altas montaña y en poblaciones insulares. Su incapacidad para desplazarse hacia cotas más altas, en el caso de las especies de alta montaña, y hacia regiones situadas más al norte, en el caso de especies insulares, les llevaría a la extinción ante las nuevas condiciones climáticas (Moreno *et al.*, 2005). Las especies con rangos climáticos limitados y/o hábitat restringidos son normalmente las más vulnerables a la extinción.

El desplazamiento de las especies también se verá restringida por factores humanos. Los medios terrestres están interrumpidos por crecientes extensiones de infraestructuras y medios urbanos, mientras los medios fluviales están acotados de forma creciente por embalses, que conlleva a la fragmentación de hábitat naturales que complica aún más el desplazamiento geográfico de las especies en busca de nuevas condiciones climáticas, e incluso el intercambio genético entre especies que garantice la viabilidad de las poblaciones (Moreno *et al.*, 2005).

Todas estas consecuencias derivadas del cambio climático serán especialmente preocupantes en especies endémicas de la Península Ibérica, que necesitan condiciones climáticas muy específicas para lograr su supervivencia, a esto, debe añadirse la escasa capacidad de intercambio genético de las especies endémicas.

En este sentido, las **especies animales**, con mayor facilidad para los desplazamientos que las vegetales, modificarán su área de distribución rápidamente, colonizando nuevas zonas. Es necesario señalar que dentro de las especies animales, no todas tienen la misma facilidad para migrar hacia hábitat favorables. Mientras las aves pueden cruzar diversos tipos de barreras mediante el vuelo, los anfibios y reptiles muestran peor capacidad migratoria, presentando los mamíferos una posición intermedia (Moreno *et al.*, 2005). Por tanto, las previsiones de impactos sobre cada una de las especies requerirán análisis específicos.

Ha quedado demostrado que se han producido regresiones poblacionales de rana patilarga (*rana ibérica*), especie de interés especial en Las Villuercas, Guadalupe, Valencia de Alcántara (Extremadura) y en Peñalara (Sierra de Guadarrama, Madrid) (Pleguezuelos *et al.*, 2002) (Moreno *et al.*, 2005).

Con objeto de predecir el efecto del cambio climático sobre el área de distribución de la avutarda común (*Otis tarda*), se partió de la distribución actual atendiendo a los usos del suelo. Esta distribución se intersectó con las proyecciones de los escenarios de cambio climático suponiendo cero la capacidad de la especie para dispersarse. En estas predicciones la parte meridional de la distribución potencial actual de la avutarda común en la Península Ibérica desaparecerá con las futuras condiciones climáticas (Gráfico 6.11) (Moreno *et al.*, 2005). Extremadura presenta en la actualidad una importante área que reúne las condiciones óptimas para la presencia de la avutarda, zona representada en tonos negros-grises; el cambio climático provocará nuevas condiciones que reducirá estas áreas en el futuro, área representada en tonos azules.

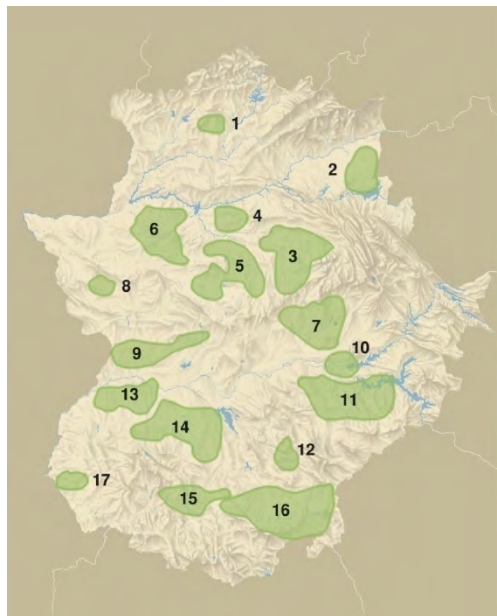


Grafico 6.11. Distribución de la Avutarda en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2008).

El cambio del área de distribución de las **especies vegetales**, será más lenta que en las especies animales, e incluso en algunos casos conllevará a la extinción especies incapaces de adaptarse a las nuevas condiciones climáticas o de desplazarse hacia otras zonas.

Por otro lado, dentro de las especies vegetales, las que tienen ciclos de vida más cortos tendrán mayor capacidad de desplazamiento que especies vegetales longevas. Los ecosistemas dominados por especies de larga vida tardarán mucho en responder al cambio y en recuperarse tras el estrés asociado con el clima. En sistemas de este tipo, los cambios ocurrirán muchos años o décadas por detrás del cambio climático, pero se pueden ver acelerados por trastornos que produzcan mortalidad. De forma similar, la migración hacia nuevos hábitats puede efectuarse décadas por detrás del cambio climático, ya que la dispersión desde los hábitats existentes a nuevas zonas puede ser un proceso lento, y a menudo los nuevos hábitats habrán sido ocupados ya por especies capaces de dispersarse y establecerse con una mayor rapidez. A todo lo expuesto, hay que añadir, que las variaciones climáticas afectarán aún más en etapas vulnerables de la vida de las plantas como el establecimiento de la germinación (IPCC, 2002).

De acuerdo con las proyecciones de cambio, las zonas climáticas apropiadas para especies de plantas templadas y boreales se pueden desplazar entre 200 y 1.200 Km. hacia el norte para el año 2100, ya que se estima que la mayoría de las masas terrestres de las latitudes de media a alta se calienten entre 2°C y 8°C. Las pruebas paleoecológicas sugieren que, en el pasado, la mayoría de las especies de plantas migraron sólo unos 20–200 Km. por siglo, aunque dicha migración puede haberse limitado por el régimen del cambio climático en esa época. Por esto, el desplazamiento de la cubierta de bosques hacia los polos se puede encontrar décadas o siglos por detrás de los cambios en las temperaturas, tal y como ocurrió en la migración de diferentes especies de árboles después de la última glaciación. Como consecuencia, es probable que cambie la composición de las especies en los bosques y que los nuevos grupos de especies que sustituyan a los actuales contengan menos diversidad (IPCC, 2002).

Otro efecto del cambio climático derivado del incremento de las temperaturas, es la modificación de las pautas migratorias. Ciertas especies de animales, realizan migraciones a lo largo de su vida en busca de lugares óptimos para reproducirse o pasar periodos de tiempo. Las especies migratorias podrían responder a los cambios climáticos, por un lado, desplazando su área de distribución hacia límites geográficos situados más hacia el norte, para colonizar nuevas zonas reproductivas; por otro lado también podría producirse un retraso en la llegada de estas especies, como en el caso de las aves migratorias transaharianas que retrasarían su llegada a la Península Ibérica. Este retraso migratorio, unido al adelanto de la fenología de plantas e insectos por efecto del incremento de las temperaturas podría producir un desajuste entre las especies migratorias y la disponibilidad de alimentos, mermando el éxito reproductivo de estas especies (Moreno *et al.*, 2005).

Alternativamente, estas especies de aves migratorias podrían cambiar su comportamiento migratorio, evitando el viaje migratorio transahariano y pasando el invierno al sur de la Península Ibérica (Moreno *et al.*, 2005).



El incremento de temperaturas también podría aumentar la presencia de especies invasoras, ya que las variaciones climáticas darían lugar a condiciones más favorables para especies alóctonas tropicales. En la actualidad, sin tener en cuenta el cambio climático, la introducción de especies foráneas resulta un problema para la conservación de las especies autóctonas (Doadrio, 2001; Elvira y Almodóvar, 2001). Si los cambios en las condiciones ambientales favorecen la expansión de las especies invasoras, la conservación de las especies autóctonas sufriría efectos dramáticos (Elvira, 2001). Además, la introducción de especies o variedades exóticas favorecida por el cambio climático podría conducir a la hibridación y a la pérdida de diversidad genética endémica de la Península Ibérica. Por lo tanto, las especies invasoras constituyen un elemento importante del cambio global y una gran amenaza para la biodiversidad (Moreno *et al.*, 2005).

Al mismo tiempo, el incremento de las temperaturas podría producir una mayor frecuencia e intensidad de brotes de plagas y enfermedades y se produciría una disminución de muertes de agentes patógenos a causa del frío. A esto se debe añadir, que los nuevos hospedadores carecerán de defensas para hacer frente a las nuevas enfermedades, y no existirán predadores para las nuevas plagas (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009).

El cambio climático tendrá efectos sobre la *salud animal*, ya que podría afectar a las condiciones de vida de los animales, provocando trastornos nutricionales, insolación, deshidratación, además de incrementar el riesgo de brotes de enfermedades infecciosas graves transmisibles entre las especies de fauna silvestre y de fauna doméstica. La dinámica de las enfermedades no transmitidas por vectores, como puede ser la gripe aviar, también puede verse influida por cambios en las rutas migratorias de aves acuáticas silvestres como consecuencia de las variaciones climáticas (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009).

Por lo tanto, la fauna silvestre desempeña un papel importante en la transmisión de enfermedades de los animales como la gripe aviar, la rabia, la peste porcina clásica y la tuberculosis. La menor disponibilidad de agua llevará a una mayor congregación de animales y conducirá a condiciones favorables para la circulación persistente de patógeno (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009).

En relación con la *salud vegetal*, se prevé que el cambio climático tenga un importante efecto sobre la introducción de parásitos exóticos en nuevas regiones, ya que modificaría las condiciones climáticas haciéndolas más favorables. En general, las plantas autóctonas estarán sujetas a una mayor presión ambiental y serán más vulnerables ante parásitos y enfermedades. En principio, se espera que los brotes causados por bacterias y hongos patógenos aumenten, tanto en número como en gravedad, en las zonas donde las precipitaciones disminuyan. No obstante, los veranos más cálidos pueden también favorecer a determinados hongos termófilos. Las altas temperaturas en invierno y primavera prolongarán el período vegetativo alterando los ciclos de crecimiento de las plantas huésped y reduciendo su tolerancia (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009).

Es posible que especies, tanto animales como vegetales, sean más vulnerables a los parásitos, debido a la disminución de la capacidad inmunodepresora de los hospedadores motivada por los cambios ambientales. A esto debe añadirse que la prevención de nuevas plagas debidas al cambio climático puede determinar el uso de más plaguicidas con el consiguiente impacto sobre la fauna y la flora y el incremento de sustancias tóxicas en el medio (Moreno *et al.*, 2005).

Otra de las consecuencias directas del incremento de las temperaturas podría derivar en cambios en la morfología de las especies. En las especies de vertebrados podría producirse una selección hacia tamaños corporales menores. Los climas más cálidos podrían favorecer en vertebrados homeotermos un menor tamaño corporal, por su mayor facilidad para eliminar calor (Regla de Bergmann) (Moreno *et al.*, 2005).

Una consecuencia directa de la elevación de temperatura para las plantas, podría ser, la ampliación del periodo de actividad vegetativa, al disminuir las restricciones provocadas por las bajas temperaturas, y, en ausencia de limitaciones hídricas, el incremento de la actividad biológica y por tanto de la productividad potencial. A esto debe añadirse que, según las previsiones, se podría producir un aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, que repercutiría en un aumento de la biomasa global producida, afectando positivamente a la flora y la vegetación. El enriquecimiento de la atmósfera en CO<sub>2</sub> y la deposición de compuestos nitrogenados tienen un efecto fertilizador que incrementa la fotosíntesis y la actividad biológica en general (Moreno *et al.*, 2005).

### Variación del ciclo de precipitaciones

La variación del ciclo de precipitaciones influirá, al igual que ocurre con la temperatura, en la biodiversidad animal y vegetal; un clima más seco afectará negativamente a la biodiversidad.

Si las predicciones de los modelos de circulación global para el siglo XXI son correctas, la disminución de las precipitaciones, hará que aumenten los periodos de sequía, incrementando el estrés hídrico de las especies, provocando graves perjuicios para la conservación de la biodiversidad. Esta situación es especialmente preocupante para la vegetación arbórea y arbustiva que vive ya al límite de sus posibilidades por los prolongados procesos de cambio precedentes. España se encuentra en una región periférica y peninsular del continente (Ramírez, 2003) lo que junto a la disminución de las precipitaciones, puede suponer la retracción de muchas especies atlántica, que serían la mayoría vertebrados, el aumento de la insularidad de las especies relictas boreo-alpinas y la extinción de gran número de poblaciones de estos organismos situadas al norte (Moreno *et al.*, 2005).

Es evidente, que las variaciones del ciclo de precipitaciones tendrán mayor impacto sobre los ecosistemas acuícolas, y en especial sobre los ecosistemas de agua dulce, ecosistemas son muy sensibles al estrés ambiental y al producido por el hombre. Los ecosistemas acuáticos responden con mayor rapidez que los ecosistemas terrestres a las alteraciones derivadas por efecto de las variaciones climáticas (Moreno *et al.*, 2005).

La disminución de las precipitaciones como consecuencia del cambio climático, podría afectar a la cantidad y calidad de los recursos hídricos de cursos de los ríos y lagos, repercutiendo de manera más acentuada sobre las especies acuáticas, que pasan el ciclo vital completo en el agua, o sobre especies que necesitan los recursos hídricos para desarrollar con éxito alguna fase de su ciclo vital. A esto debe añadirse, que el aumento de la temperatura del agua podría provocar un aumento de la anoxia veraniega en las aguas profundas de los lagos estratificados, lo que posiblemente afectará a la biodiversidad de los mismos (IPCC, 2002). Las altas temperaturas en ecosistemas acuáticos implicarían un aumento de la concentración de nutrientes con mayor riesgo de eutrofización (hipoxia, proliferación de algas y bacterias tóxicas) y también la proliferación de contaminantes poco volátiles (los muy volátiles podrían ser menos solubles a mayor temperatura) (Moreno *et al.*, 2005).

Por tanto, los cambios en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones, junto con el cambio en el uso de los suelos en cuencas hidrológicas producirán un aumento en la erosión de los terrenos y un encenagamiento de los ríos. Esto, junto con el aumento del empleo de estiércol, fertilizantes químicos, pesticidas, y herbicidas, además de la deposición del nitrógeno atmosférico, afectará a la química de los ríos y agravará el problema de eutrofización, con importantes implicaciones para la calidad del agua y la composición de las especies (IPCC, 2002).

Un aumento de la proporción de años secos podría reducir los tamaños poblacionales, principalmente de las especies acuáticas, ya que la falta de precipitaciones reduciría de manera considerable el hábitat disponible.

En general, un incremento de las precipitaciones podría adelantar la época de reproducción de ciertas especies, ya que se intensificaría la producción de alimentos y frutos, y por el contrario, una serie de años secos disminuirían la producción de alimentos reduciéndose de esta manera los tamaños poblacionales de las especies (Moreno *et al.*, 2005). Aunque la disminución de las precipitaciones afectará al tamaño poblacional de todas las especies, tendrá especial gravedad debido al incremento de la temperatura del agua y la pérdida de calidad de los recursos hídricos (Moreno *et al.*, 2005).

Los impactos ocasionados por las temperaturas en lagos y corrientes de agua, variarán de acuerdo al incremento de las mismas. En este sentido, los impactos podrían ser menos marcados en los trópicos, donde el incremento de temperatura esperado es mínimo. Por el contrario, en latitudes altas, se esperan los mayores cambios de temperatura y, por lo tanto, los mayores impactos. Incrementos extremos de la temperatura del agua pueden matar organismos que vivan en las mismas, mientras que las variaciones más moderadas en la temperatura del agua controlan los procesos biológicos, e influyen en la preferencia del hábitat. Las temperaturas óptimas para muchos taxones de agua fría de latitudes medias y altas son menores de 20 °C; las predicciones futuras prevén que las temperaturas durante los meses de verano sobrepasen el nivel de tolerancia para algunas especies, lo que implicaría la muerte de las especies incapaces de adaptarse a estos nuevos niveles (IPCC, 2002).

Por otro lado, las especies tienen diferentes niveles de tolerancia para la temperatura del agua y, por lo tanto, los cambios de temperatura pueden provocar modificaciones en la composición de las especies acuáticas que, a su vez, pueden afectar a la productividad general de ecosistemas individuales de agua dulce y su utilidad a los seres humanos (IPCC, 2002).

El aumento de la sequía estival y disminución de la precipitación, podría producir una reducción de la superficie de ríos, lagos, embalses y humedales, así como en los procesos biogeoquímicos, cuyas consecuencias sobre la biodiversidad dependerán de las características propias de cada sistema. La gran diversidad de humedales en el área mediterránea hace difícil predecir patrones generales. Sin embargo, se prevé que las nuevas condiciones ambientales favorezcan los grupos y las especies más primitivas y, por tanto, menos especializadas, que tienen mayor plasticidad y son más tolerantes al estrés climático. La consiguiente dominancia de estas especies no implica necesariamente una disminución de la riqueza faunística, aunque sí es probable un empobrecimiento de la diversidad específica (Moreno *et al.*, 2005).

La disminución de las precipitaciones resulta especialmente preocupante para los endemismos acuáticos, que viven en hábitats muy frágiles, fragmentados y sensibles, estas especies se encuentran con frecuencia aisladas o sólo comunicadas por aguas freáticas (Moreno *et al.*, 2005).

Otro de los impactos derivados de la disminución de las precipitaciones está relacionado con el nivel del agua en los lagos, charcas y cursos de agua, la menor disposición de recursos hídricos tendrá importantes impactos sobre grupos bióticos que viven cerca de las orillas (IPCC, 2002). Esta reducción del nivel de agua en charcas y cursos de agua, debido a la disminución de las precipitaciones, unida al aumento de la incidencia de radiaciones ultravioletas podría afectar a la puesta de huevos de anfibios, ya que estarían más expuestos a niveles peligrosos de estas radiaciones (Lizana y Pedraza, 1998; Marco y Lizana, 2002; Marco *et al.*, 2002).

Por otro lado, la disminución de las precipitaciones incrementará la aridez del suelo, que es especialmente preocupante para algunos reptiles que hacen la puesta de huevos en el suelo. Por lo tanto, el cambio ambiental podría afectar al desarrollo embrionario y reproducción de reptiles con cáscara flexible de zonas áridas, como los ofidios y los saurios, excluyendo las salamandras (Moreno *et al.*, 2005).

Algunas especies de lepidópteros y coleópteros del medio mediterráneo ibérico, durante las épocas más desfavorables, retrasan la maduración ovárica, evitando de este modo la aparición de fases inmaduras en un momento en el que los recursos alimenticios son escasos y las condiciones ambientales no permiten el desarrollo (García-Barros, 1988; Lumbreras *et al.*, 1990 1991).

Las alteraciones en los ciclos humedad/sequía o hielo/deshielo, que pueden ocurrir cuando se altera la intensidad en el régimen de precipitaciones, influyen de manera directa incrementando el riesgo de erosión del suelo que es, sin duda, la principal fuente de degradación entre el conjunto de las alteraciones que pueden ser producidas por variables climáticas. En relación con la degradación del suelo, como es obvio, las especies vegetales son las más vulnerables, pero no se puede olvidar la fauna o microfauna que habita el suelo, muy sensible a cualquier cambio o erosión que se produzca en el mismo (Moreno *et al.*, 2005).

Las precipitaciones tienen un efecto importante sobre la abundancia de aves paseriformes en las superficies forestales de los bosques ibéricos (Santos y Tellería, 1995). Las especies norteñas y paleárticas, muchas de ellas de interés especial, son más escasas cuanto menor es el nivel de precipitaciones (Moreno *et al.*, 2005). A nivel de toda la avifauna española, el clima explica un 7% de la diversidad de especies, aumentando la misma con las precipitaciones y disminuyendo con el grado de insolación (Carrascal y Lobo, 2003) (Moreno *et al.*, 2005).

Como se ha comentado en capítulos anteriores, la reducción de las precipitaciones acompañado del aumento de las temperaturas no necesariamente beneficiarán a las especies parásitas, especialmente las especies que necesitan los recursos hídricos para el desarrollo de algunas de sus fases del ciclo vital, ya que los largos periodos de sequía y calor intenso provocará una más rápida desecación de charcas, humedales y cursos temporales de agua (Moreno *et al.*, 2005).

### Fenómenos climáticos extremos

Los fenómenos climáticos extremos y su variabilidad como inundaciones, granizos, olas de frío y calor, ciclones tropicales y sequías y las consecuencias de algunos de estos fenómenos como los desplazamientos de los suelos y los incendios, han afectado a los ecosistemas en todo el mundo (IPCC, 2002).

Como se ha comentado en capítulos anteriores, el cambio climático va a aumentar la frecuencia y duración de las olas de calor, este fenómeno no sólo podría potenciar la pérdida de la biodiversidad, por exceder los límites de tolerancia a las temperaturas de las diferentes especies, sino que las temperaturas extremas también podrían aumentar el número y frecuencia de los incendios. Los incendios forestales conllevarían a la pérdida o alteración del hábitat, así como la desecación y colmatación de charcas y puntos de agua. La fauna y la flora puede ver aun más fragmentados sus hábitat, mientras que los anfibios y peces pueden ver todavía más disminuidos sus poblaciones debido a una mayor incidencia de incendios debida al cambio climático (Moreno *et al.*, 2005).

El cambio climático puede determinar variaciones en la disponibilidad de hábitats favorables y va a ser uno de los factores determinante del desplazamiento o la desaparición de especies (Moreno *et al.*, 2005).

El mantenimiento de la biodiversidad pasa necesariamente por la conservación de los hábitats. Los cambios en los hábitats derivados de la actividad humana se reconocen como la principal causa de extinción de especies. El cambio climático puede afectar directamente a los hábitat para la fauna al afectar a la vegetación, pero es importante destacar cómo la actividad de los herbívoros, agravada por el manejo humano, puede acelerar ciertos procesos (Moreno *et al.*, 2005).

Se debe recordar que diversas medidas llevadas a cabo para paliar las sequías como la construcción de presas, embalses y los transvases, tendrán graves efectos sobre la biodiversidad, ya que producirán la fragmentación de hábitat y limitará las migraciones de las especies.

Los cambios en el comportamiento de especies, la reducción del número de miembros de una especie y la pérdida de especies pueden producir cambios en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas afectados. Estos cambios pueden, a su vez, producir pérdidas en otras especies, y un efecto en cascada sobre la biodiversidad y la apertura del sistema a invasiones de especies no autóctonas y por ende una mayor alteración. Por eso, los impactos del cambio climático, y sus efectos sobre la biodiversidad, deben ser también evaluados en el ámbito de ecosistemas y dentro del contexto de determinados ecosistemas y su distribución dentro de paisajes naturales (IPCC, 2002).

La deforestación o disminución de la cubierta vegetativa debido a los incendios puede producir una reducción de la precipitación a escalas regional y local, y cambiar la frecuencia y persistencia de las sequías. La deforestación reduce la evapotranspiración, lo que a su vez puede reducir la precipitación en cerca del 20%, produciendo un periodo seco estacional y un aumento de 2 °C de la temperatura de la superficie local, agravando los impactos derivados del cambio climático sobre la biodiversidad (IPCC, 2002).

Otro de los fenómenos climáticos extremos son las lluvias torrenciales, que provocarán la pérdida de los recursos edáficos. A su vez, la erosión del suelo provocará graves perjuicios sobre la biodiversidad, principalmente en las especies vegetales, debido a la pérdida de nutrientes.

## 6.4. Efectos del cambio climático sobre las principales especies vegetales de Extremadura

El *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático* (MARM, 2006) otorga una especial relevancia a los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad. Esto dio lugar al diseño del proyecto "Evaluación de los Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático de la Biodiversidad en España", que se compone de dos subproyectos. La flora, vegetación y tipos de hábitats han sido analizados desde la Universidad de Extremadura, bajo la dirección del Dr. Ángel Manuel Felicísimo Pérez. La problemática del cambio climático sobre la fauna ha sido abordada por el equipo de investigación que dirige el Dr. Miguel Bastos Araújo, del Museo Nacional de Ciencias Naturales (Consejo Superior de Investigaciones Científicas).

La flora ha sido abordada aplicando diferentes modelos estadísticos que generan las reglas de clasificación, que determinan la probabilidad de presencia de una especie determinada en cada punto del territorio en función de los valores climáticos. Como resultado se han obtenido un total de 227 fichas, donde se recogen la situación actual de las especies y el estatus futuro para cada combinación de modelo, escenario y horizonte planteado.

Se han utilizado técnicas de modelado predictivo aplicado a la construcción de modelos de presencia de especies, añadiendo las proyecciones temporales actuales, así como los correspondientes a los periodos comprendidos entre los años 2011-2040 y 2041-2070 de los escenarios de cambio climático A2 y B2 usando como variables descriptores los valores medios mensuales de las temperaturas máximas y mínimas y precipitaciones totales de cada mes (Felicísimo *et al.*, 2009).

Los modelos de distribución potencial de vegetación se han realizado a partir de la distribución actual de cada especie representativa. Para la España peninsular las fuentes de información han sido el Mapa Forestal de España así como el Libro Rojo del Atlas de Especies Amenazadas y los antecedentes climáticos correspondientes al periodo 1961-1990. Los datos procesados permiten obtener las áreas potenciales de las especies de forma individual, al poder asignar el umbral de idoneidad para cada uno de los taxones.

Aplicando este modelo a las especies arbóreas con mayor representación en Extremadura se obtienen los umbrales de idoneidad de las mismas (Tabla 6.8), que indica el grado de adecuación de un determinado hábitat a la supervivencia de las especies.

Tabla 6.8. Valores asignados al umbral de idoneidad, utilizando el método estadístico MAXENT (Felicísimo *et al.*, 2009).

UMBRAL DE IDONEIDAD EN EXTREMADURA	
ESPECIES	RANGO 0 - 1000
<i>Quercus ilex</i> L.	380 – 750
<i>Quercus suber</i> L.	400 - 751
<i>Pinus pinaster</i> Ait.	280 - 778
<i>Quercus pyrenaica</i> L.	340 - 947
<i>Pinus pinea</i> L.	270 - 812
<i>Castanea Sativa</i> Mill.	260 - 790

Atendiendo a estos rasgos, el hábitat potencial de cada una de las especies analizadas puede clasificarse en función de una escala cualitativa, de forma que serán clasificados como umbral de idoneidad bajo aquellos hábitats donde una determinada especie puede estar presente, pero las condiciones son próximas al límite de supervivencia. En tanto que los hábitats con umbral de idoneidad alto son aquellos que reúnen las condiciones óptimas para una determinada especie.

### *Quercus ilex* L. (encina)

El *Quercus ilex* L. es la quercínea con mayor extensión en Extremadura, aunque los bosques densos son muy escasos, ya que en su mayoría han sido manejados por el hombre, convirtiéndose en dehesas.

En la actualidad, el *Quercus ilex* se encuentra distribuido en todas las Zonas Rurales de la región (superficie de color amarillo, Gráfico 6.12). El umbral de idoneidad, ya sea bajo, medio o alto, que determina la existencia potencial de condiciones ambientales aptas para la especie domina el total de la superficie extremeña (superficie de color azul) (Gráfico 6.12). Esto significa que a lo largo de la superficie extremeña se dan las condiciones óptimas de presencia del *Quercus ilex*, sólo en la Zona Rural V, que corresponde a la Zona de Las Villuercas-Ibores-Jara y Campo Arañuelo y la Zona IX que corresponde La Serena y La Siberia, este umbral de idoneidad es alto (Felicísimo *et al.*, 2009). La distribución potencial de la especie no coincide necesariamente con la presencia de la misma en el territorio.

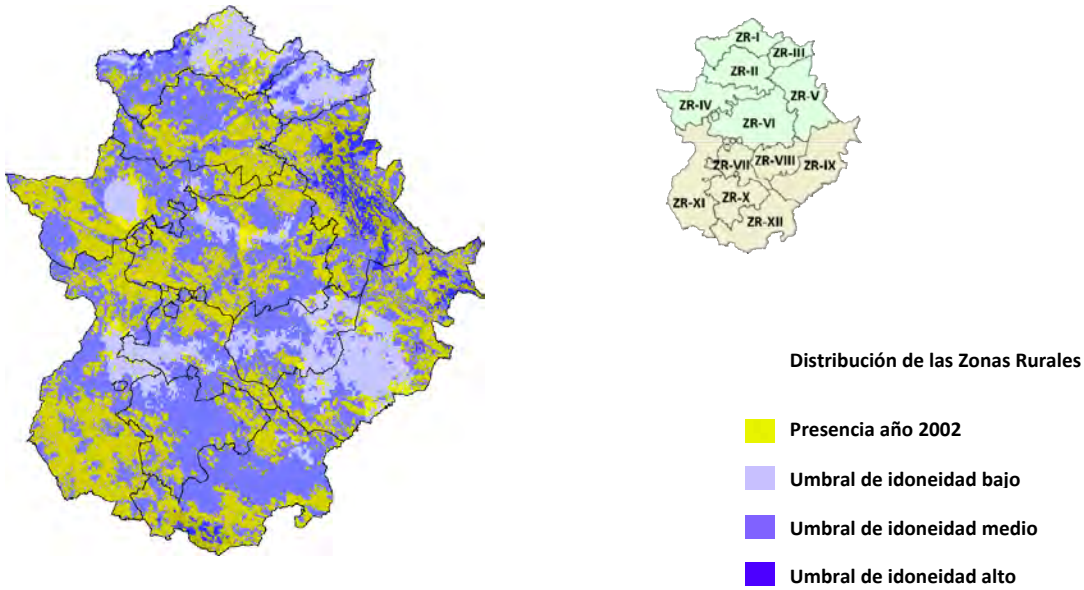


Gráfico 6.12. Distribución y modelo de idoneidad del *Quercus ilex* L. correspondiente al periodo 1961-1990 (MFE) (Felicísimo *et al.*, 2009).

Al determinar la evolución de *Quercus ilex*, los modelos utilizados señalan una reducción generalizada de las áreas potenciales de distribución de la especie. Las proyecciones para el escenario de emisiones A2 prevén la desaparición total del área potencial de distribución de la encina en toda la superficie de la Comunidad.

En el modelo climático B2, las proyecciones destacan que la desaparición del área potencial es mayor para el periodo 2011-2040 (Gráfico 6.13) que para el periodo 2041-2070 (Gráfico 6.14), indicando que las condiciones ambientales para la presencia de la especie mejoraran con el tiempo.

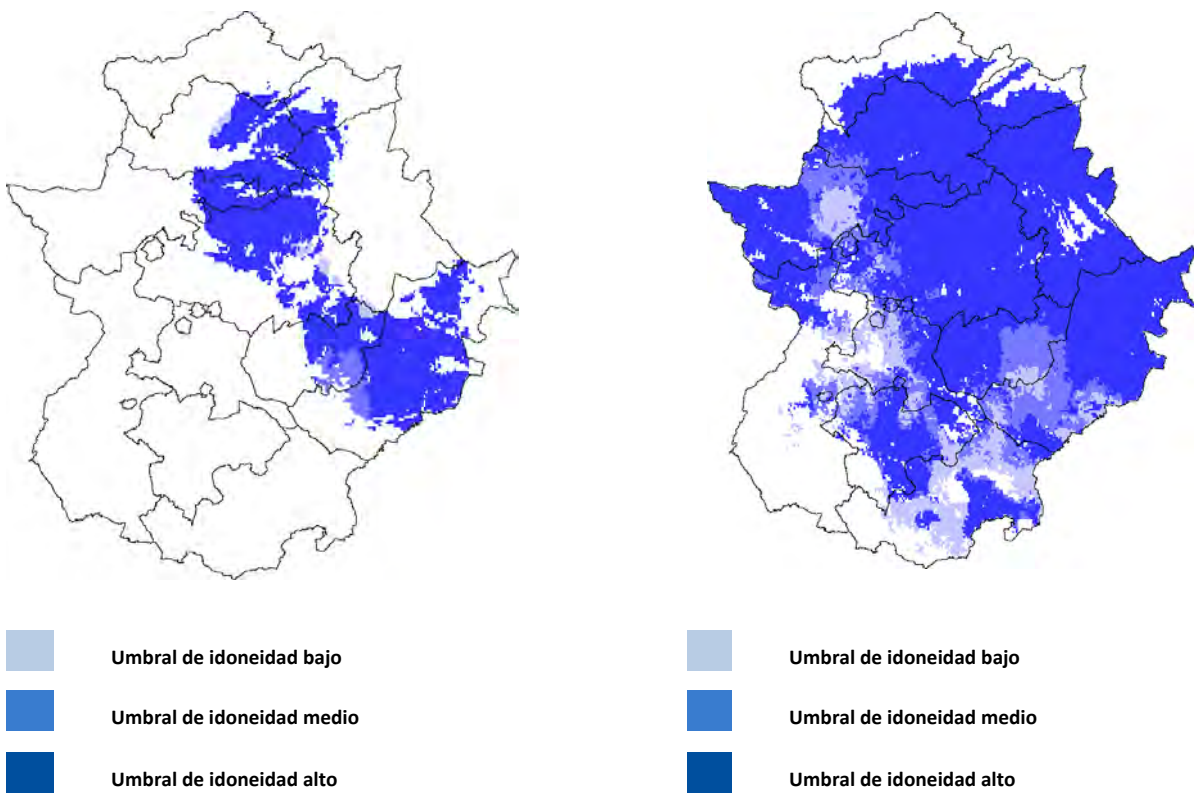


Gráfico 6.14. Modelo de idoneidad de *Quercus ilex* L. aplicado al periodo 2041-2070, escenario B2 (Felicísimo *et al.*, 2009)

Gráfico 6.14. Modelo de idoneidad de *Quercus ilex* L. aplicado al periodo 2041-2070, escenario B2 (Felicísimo *et al.*, 2009)

**Quercus suber L. (alcornoque)**

El alcornoque es una especie que, al igual que la encina, aparece ligada principalmente al entorno de Extremadura y su área de distribución potencial cubre gran parte de la región.

En la actualidad su distribución de presencia (superficie de color amarillo, Gráfico 6.15), es muy reducida en relación con su área potencial (superficie de color azul, Gráfico 6.15). El área potencial del alcornoque es inexistente en las Zonas Rurales VIII y IX, donde los índices pluviométricos son bajos, y las Zonas Rurales I y III, que se encuentran a mayor cota de altura (Felicísimo *et al.*, 2009).

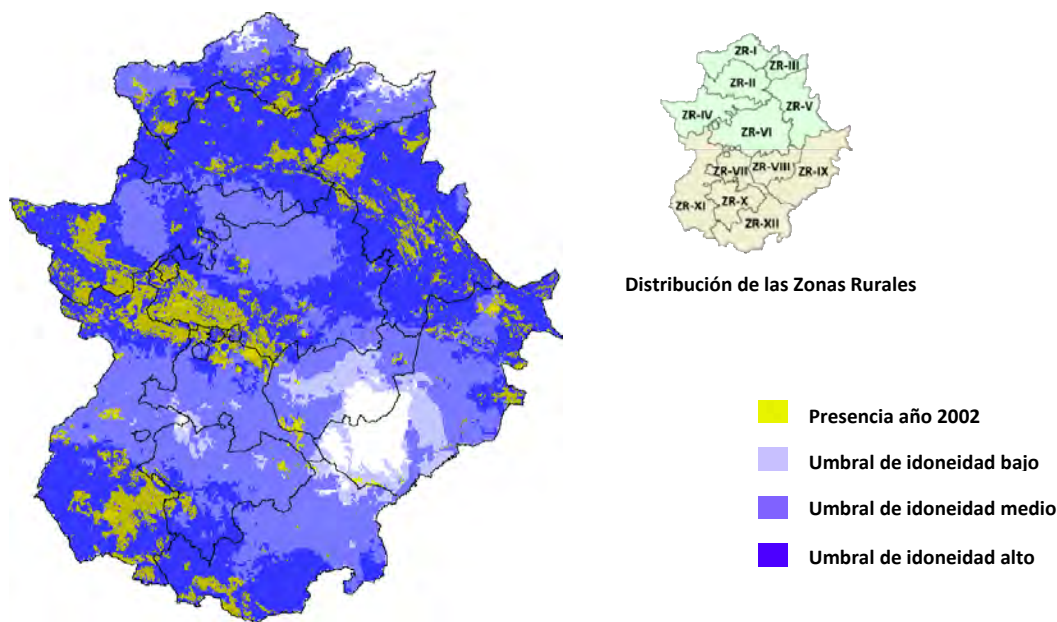


Gráfico 6.15. Distribución y modelo de idoneidad de *Quercus suber* L. correspondiente al periodo 1961-1990 (MFE) (Felicísimo *et al.*, 2009)

Los modelos climáticos predicen un futuro crítico para el alcornoque, en la mayor parte de su área de distribución de la región. Los modelos proyectados en los periodos 2011-2040 y 2041-2070, para los escenarios de emisiones B2 y A2, prevén una reducción drástica de esta especie en sus lugares actuales, desapareciendo a mediados de siglo de Extremadura. Los valores de idoneidad de presencia potencial están muy por debajo en todos los periodos y escenarios, para toda la cobertura de Extremadura, quedando el *Quercus suber* en una situación crítica en toda su área de distribución (Felicísimo *et al.*, 2009).

**Pinus pinaster Aiton. (pino rodeno o resinero)**

El pino resinero está ampliamente representado en la Península Ibérica, aparece desde el nivel del mar hasta los 1500 m., siendo muy frecuente entre los 600 y 1400 m. de altitud. En Extremadura, esta especie se encuentra principalmente en la Zona Rural I, que corresponde a Las Hurdes, Sierra de Gata, Trasierra-Tierras de Granadilla y Valle de Ambroz, aunque también se puede encontrar en otras zonas rurales de la provincia de Cáceres (superficie de color amarillo, Gráfico 6.16). El umbral de idoneidad del pino resinero, ya sea alto, medio o bajo, se encuentra principalmente en las zonas rurales del norte y este de la provincia de Cáceres en las Zonas Rurales I, II, III, IV (superficie de color azul, Gráfico 6.16) (Felicísimo *et al.*, 2009).

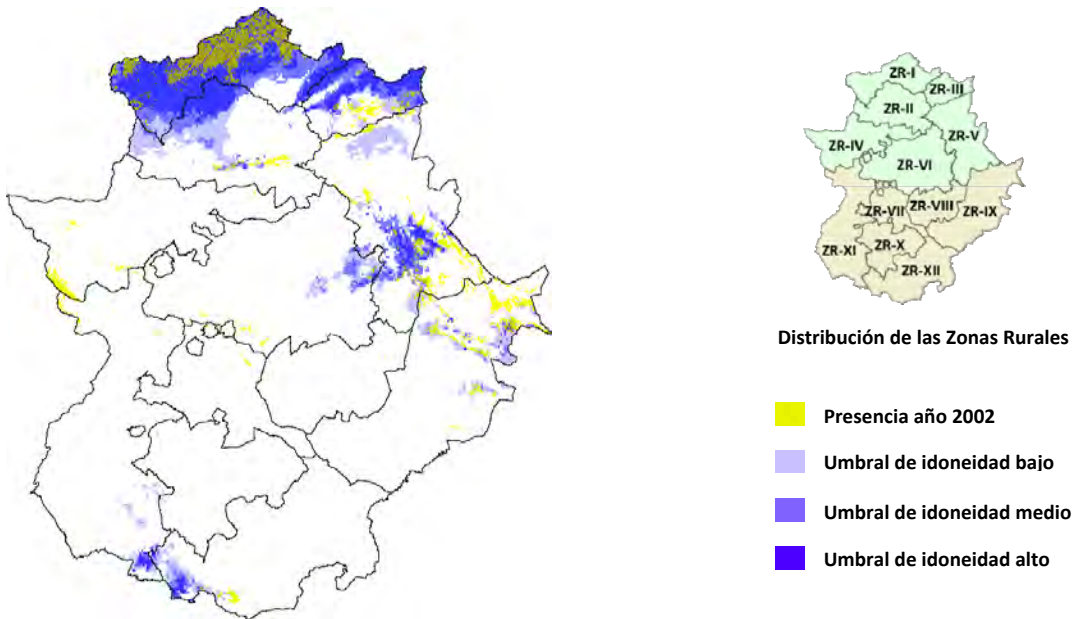


Gráfico 6.16. Distribución y modelo de idoneidad de *Pinus pinaster* correspondiente al periodo 1961-1990 (MFE) (Felicísimo *et al.*, 2009)

Se prevé que la evolución del *Pinus pinaster* tienda hacia la desaparición cuanto más al sur se encuentre, pudiendo producirse una desaparición general de la especie. Las previsiones de los escenarios A2 y B2, para los periodos 2011-2040 y 2041-2070, indican la desaparición del área potencial del pino rodeno en la región (Felicísimo *et al.*, 2009).

**Quercus pyrenaica L. (roble, rebollo)**

El rebollo aparece ampliamente representado en la Península hasta los 1700 m. principalmente en pendientes moderadas o suaves (Felicísimo *et al.*, 2009). En Extremadura, está presente principalmente en la provincia de Cáceres, aunque también se puede encontrar una pequeña superficie de esta especie en la provincia de Badajoz, en la Zona Rural XII, que corresponde a la zona de Aguas y servicios de la Comarca de Llerena y Turística de Tentudía (superficie de color amarillo, Gráfico 6.17). La superficie con umbrales de idoneidad es prácticamente la misma que la superficie de presencia (Gráfico 6.17) (Felicísimo *et al.*, 2009).

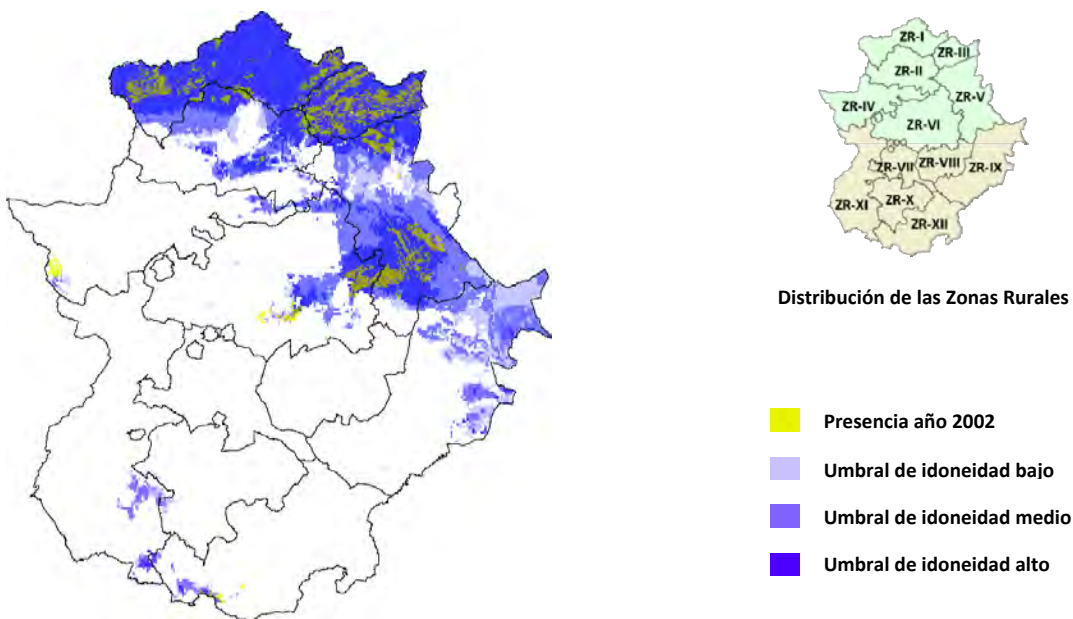
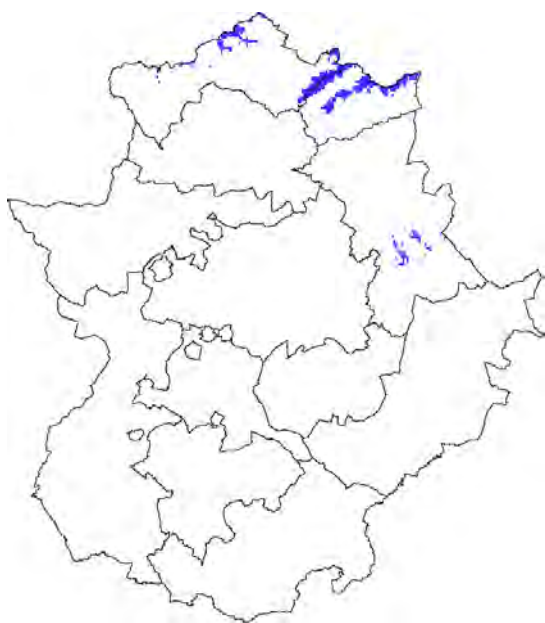


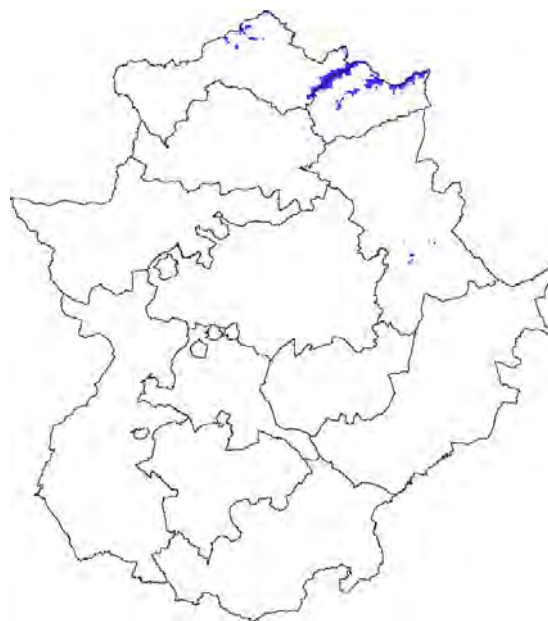
Gráfico 6.17. Distribución y modelo de idoneidad de *Quercus pyrenaica* correspondiente al periodo 1961-1990 (MFE) (Felicísimo *et al.*, 2009).

La evolución prevista para *Quercus pyrenaica* en el escenario B2, para los periodos estudiados 2011-2040y 2041-2070, es prácticamente la misma. Se prevé una disminución del rebollo en toda la superficie extremeña quedando relegado a las Zonas Rurales I, II y V de la provincia de Cáceres (Grafico 6.18 y 6.19) (Felicísimo *et al.*, 2009).



- Umbral de idoneidad bajo
- Umbral de idoneidad medio
- Umbral de idoneidad alto

**Grafico 6.18.** Distribución y modelo de idoneidad de *Quercus pyrenaica* para el periodo 2011-2040, escenario B2 (Felicísimo *et al.*, 2009)

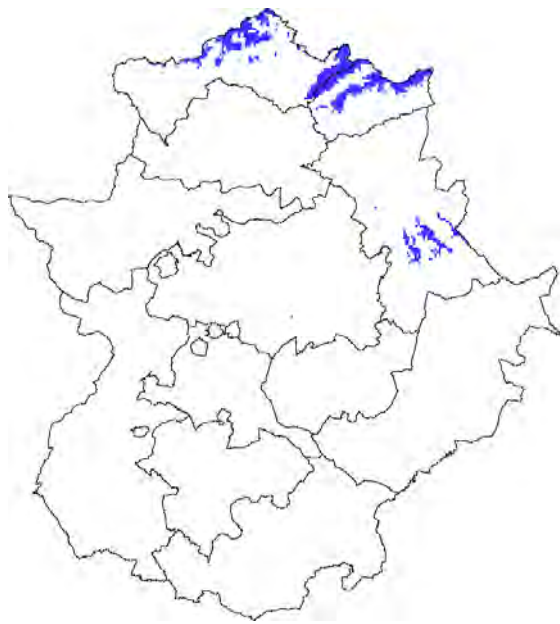


- Umbral de idoneidad bajo
- Umbral de idoneidad medio
- Umbral de idoneidad alto

**Gráfico 6.19.** Distribución y modelo de idoneidad de *Quercus pyrenaica* para el periodo 2041-2070, escenario B2 (Felicísimo *et al.*, 2009)

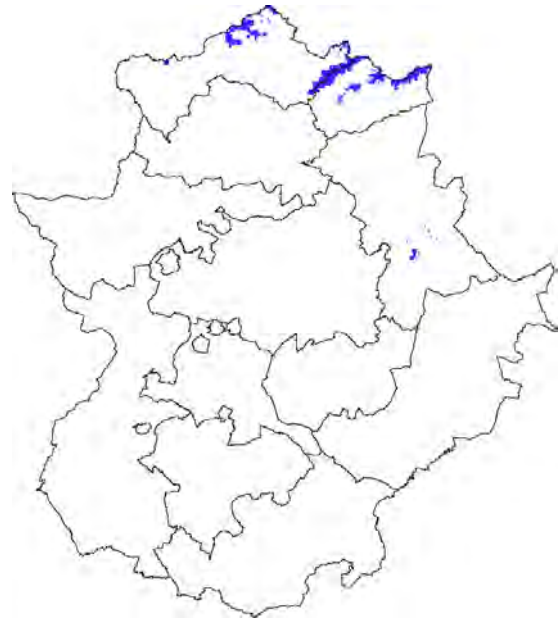
Los modelos proyectados bajo los escenarios de emisiones A2, para los periodos 2011-2040 y 2041-2070, prevén que el rebollo tendrá aproximadamente las mismas zonas con umbral de idoneidad para su presencia que las descritas para el escenario B2. Se debe destacar que, según las proyecciones, la superficie adecuada para el rebollo en el escenario de emisiones A2 serán mayor que para el escenario de emisiones B2 (Gráfico 6.20 y 6.21) (Felicísimo *et al.*, 2009).





- Umbral de idoneidad bajo
- Umbral de idoneidad medio
- Umbral de idoneidad alto

Gráfico 6.20. Distribución y modelo de idoneidad de *Quercus pirenaica* para el periodo 2011-2040, escenario A2 (MFE) (Felcísimo et al., 2009)



- Umbral de idoneidad bajo
- Umbral de idoneidad medio
- Umbral de idoneidad alto

Gráfico 6.21. Distribución y modelo de idoneidad de *Quercus pirenaica* para el periodo 2041-2070, escenario A2 (MFE) (Felcísimo et al., 2009)

***Pinus pinea* L. (pino piñonero)**

El pino piñonero es natural de toda la franja mediterránea de la Península Ibérica. Esta especie es frecuente por debajo de los 800 m. en pendientes bajas y desaparece por encima de los 1.000 m. de altitud. Se asocia a temperaturas máximas estivales altas y precipitaciones bajas (Felicísimo *et al.*, 2009).

En Extremadura, el pino piñonero aparece principalmente en la Zona Rural IX, que corresponde a la Zona de La Serena y La Siberia (superficie de color amarillo, Gráfico 6.22), aunque el umbral de idoneidad de la especie se encuentra distribuido a lo largo de toda la superficie regional (superficie de color azul, Gráfico 6.22) (Felicísimo *et al.*, 2009).

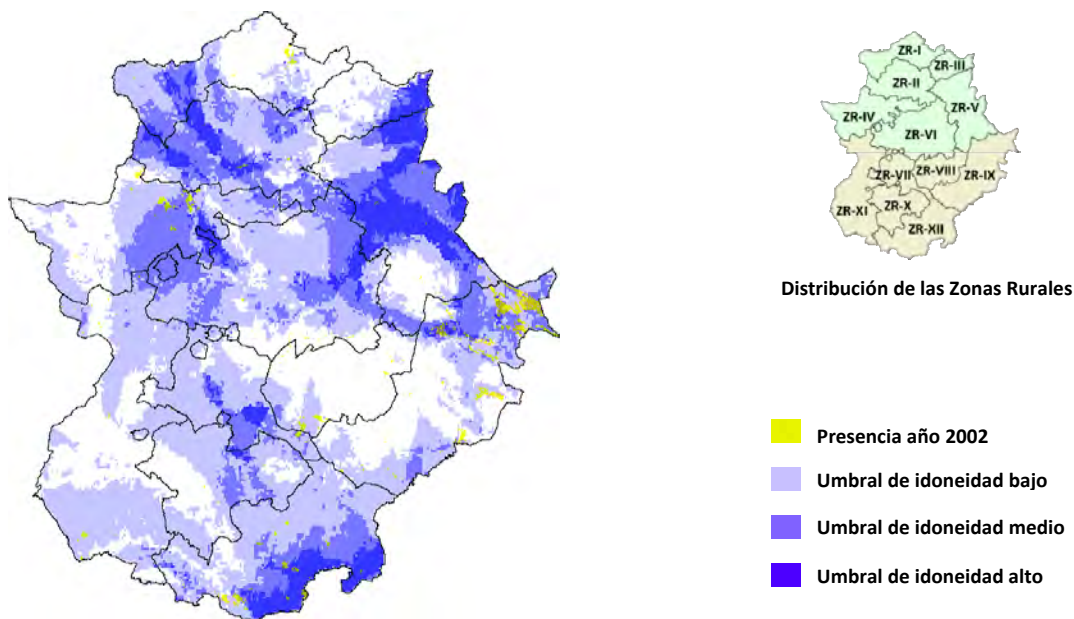


Gráfico 6.22. Distribución y modelo de idoneidad de *Pinus pinea* L. para el periodo 1961-1990 (MFE) (Felicísimo *et al.*, 2009)

En Extremadura se prevé que, el umbral de idoneidad del pino piñonero, tienda, al igual que ocurre con el pino resinero, a desaparecer para los escenarios de emisiones A2 y B2, en los periodos estudiados 2011-2040 y 2041-2070 en la región (Felicísimo *et al.*, 2009).

***Castanea sativa* (castaño)**

El castaño es un árbol naturalizado de amplia distribución en la Península Ibérica. En Extremadura, esta especie se puede encontrar principalmente, en las Zonas Rurales I, III, IV y V (superficie de color amarillo, Gráfico 6.23). El umbral de idoneidad del castaño es más representativo en el norte de la provincia de Cáceres y en el sur de la provincia de Badajoz (superficie de color azul, Gráfico 6.23) (Felicísimo *et al.*, 2009).

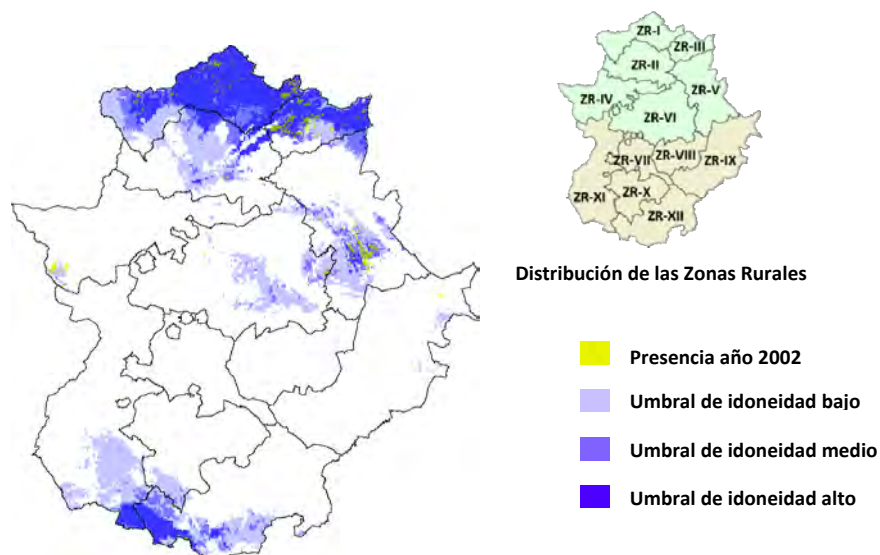


Gráfico 6.23. Distribución y modelo de idoneidad de *Castanea Sativa* para el periodo 1961-1990 (MFE) (Felicísimo *et al.*, 2009).

Al ser una especie cultivada, su presencia en el futuro dependerá de la rentabilidad económica de la especie. Sin acciones concretas de mantenimiento del castaño, los modelos climáticos para los periodos 2011-2040 y 2041-2070 prevén su desaparición de Extremadura en los escenarios de emisiones A2 y B2 (Felicísimo *et al.*, 2009).

## 6.5. Biodiversidad y adaptación al cambio climático

La destrucción, degradación, fragmentación y contaminación de hábitat derivados de cambios en los modelos de desarrollo económico, que están ocurriendo simultáneamente con el cambio climático, provocan graves efectos sobre los ecosistemas derivando en la pérdida de diversidad.

Dada la importancia de los servicios que prestan la biodiversidad y los ecosistemas naturales, como puede ser el secuestro del carbono, la protección contra las inundaciones y la erosión del suelo, y su relación directa con el cambio climático se deben desarrollar medidas de adaptación, que incrementen la resiliencia de especies y ecosistemas, a la vez que faciliten su acomodación bajo las nuevas condiciones climáticas. Unos ecosistemas sanos son una defensa esencial contra algunos de sus impactos más extremos (Libro Blanco, 2009).

Para abordar las medidas de adaptación con éxito es necesario clarificar los impactos previstos del cambio climático y del agotamiento de la capa de ozono sobre los ecosistemas, a la vez que evaluar los impactos del clima sobre las reservas de carbono de los suelos y la biosfera en general, y analizar la influencia de las prácticas de gestión agroecológica y determinar los hábitats, especies y recursos naturales más vulnerables (Libro Verde, 2007).

Se necesita un planteamiento global e integrado para mantener y mejorar los ecosistemas y los bienes y servicios que proporcionan (Libro Blanco, 2009). En el mismo sentido, habrá que desarrollar opciones dirigidas a aumentar la capacidad de almacenamiento de agua de los ecosistemas con objeto de reforzar la resistencia a las sequías y reducir el riesgo de inundaciones (Libro Blanco, 2009).

En cuanto a los hábitats, los impactos del cambio climático deben integrarse también en la gestión de la Red Natura 2000 para garantizar la diversidad de espacios naturales y su interconexión, que permitiría a las especies poder migrar y sobrevivir cuando cambien las condiciones climáticas (Libro Blanco, 2009).

La biodiversidad, los ecosistemas, la población y los agentes económicos pueden adaptarse de forma Autónoma, si existen otras condiciones favorables (Libro Blanco de Adaptación, Resumen de la evaluación de impactos, 2009).

Las principales soluciones adaptativas en biodiversidad deben estar encaminadas a incluir el diseño de reservas y parques naturales que permita la posibilidad de migración y cambios de distribución mediante la inclusión de corredores biológicos entre ellas, a incorporar gradientes latitudinales y altitudinales en la red de áreas protegidas, que permitieran proteger a poblaciones con distribuciones geográficas en vías de desplazamiento geográfico debido al cambio climático y primar al máximo la diversidad genética en poblaciones afectadas (Moreno *et al.*, 2005).

La conservación de la biodiversidad debe prestar atención no sólo a las áreas protegidas, sino de modo muy especial a la promoción con carácter general de usos del territorio compatibles con la conservación y con capacidad de contrarrestar efectos del cambio climático (Moreno *et al.*, 2005).

## 7. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR HÍDRICO

<< El agua no es un bien comercial como los demás, sino un patrimonio que hay que proteger, defender y tratar como tal >> (Directiva 2000/ /CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, en adelante Directiva Marco del Agua).

El agua es indispensable para la supervivencia y el desarrollo del ser humano. Es esencial para la vida e imprescindible para un gran número de actividades y de procesos industriales. Son necesarias cantidades adecuadas de agua con calidad suficiente en la naturaleza para que puedan subsistir fauna y flora, plantas y ecosistemas únicos (Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo: Hacia una gestión sostenible del agua en la Unión Europea - Primera fase de aplicación de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) (COM (2007)128 final, en adelante (COM (2007) 128 final))

Los recursos hídricos, entendidos como los volúmenes de agua capaces de dejar satisfecha las necesidades hídricas en cantidad y calidad, en tiempo y en espacio están a su vez condicionados por la explotación, la estructura temporal de la demanda, el sistema de recursos hidráulicos (superficial y subterráneo) disponible y las reglas operativas definidas de gestión del sistema (Moreno et al., 2005).

El acceso al agua de buena calidad en cantidad suficiente es fundamental para la vida diaria de todo ser humano y para la mayoría de las actividades económicas. Pero la escasez de agua y la sequía constituyen hoy un desafío considerable.

Mientras que sequía significa una disminución temporal de la disponibilidad de agua debida a falta de precipitación, escasez de agua significa que la demanda de agua supera los recursos hídricos explotables en condiciones sostenibles.

La escasez de agua y la sequía no son un problema únicamente para los responsables de la gestión del agua. Tiene un efecto directo para el ciudadano y los sectores económicos que utilizan y dependen del agua, tales como la agricultura, el turismo, la industria, la energía y el transporte. Provocan un impacto más amplio sobre los recursos naturales en general, por los efectos secundarios negativos para la biodiversidad, la calidad del agua, el aumento de riesgo de los incendios forestales y el empobrecimiento del suelo.

Para luchar contra la sequía y la escasez de agua, la prioridad absoluta debe ser ir hacia una economía que haga uso eficiente y ahorrativo del agua. Ahorrar agua significa además ahorrar energía, ya que extraer, transportar y tratar el agua supone un elevado coste energético. Por lo tanto, es esencial mejorar la gestión de la demanda de agua (Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo; Afrontar el desafío de la escasez de agua y la sequía en la UE. COM (2007) 414 final).

### 7.1. El sector hídrico en Extremadura

La estrecha vinculación entre los recursos hídricos y el clima, determina que la disponibilidad y calidad del agua estén influenciadas por las condiciones ambientales.

El clima en Extremadura es de tipo mediterráneo, exceptuando la zona norte de la Comunidad donde es continental. En general se caracteriza por veranos secos y calurosos con escasez de precipitaciones, y unos inviernos largos en los que se producen la mayor parte de las precipitaciones anuales.

Fundamentalmente, dos grandes cuencas marcan el carácter de la Comunidad, como son la del Guadiana con una superficie total de 23.355 km<sup>2</sup>, de los cuales el 56,1% se halla en la Comunidad Autónoma, y la cuenca del Tajo con 16.689 km<sup>2</sup> y un 40,1% de su superficie ubicada en Extremadura.

#### Volumen y consumo de agua en Extremadura

**La captación de agua para satisfacer las necesidades de demanda** en la Comunidad Autónoma de Extremadura, en función de los distintos tipos de recursos tales como aguas superficiales, aguas subterráneas, desalación o cualquier otro tipo de recursos disponibles, asciende a 284.226 miles de m<sup>3</sup> (Gráfico 7.1) (INE, 2010).

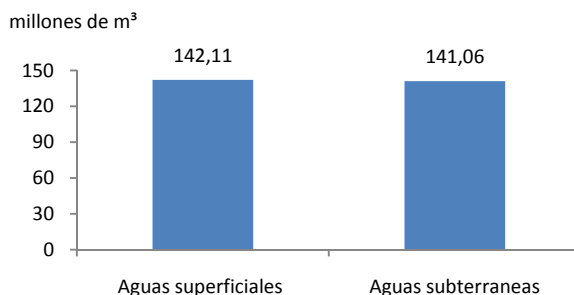


Gráfico 7.1. Captación realizada por Comunidad Autónoma y tipo de recurso para el año 2008 (INE, 2010).

El volumen de agua disponible en la Comunidad Autónoma asciende a 389.096 miles de m³, de los que 190.981 miles de m³ es agua disponible potabilizada, es decir, el 49,1% del total (Tabla 7.1) (INE, 2010).

Tabla 7.1. Volumen de agua disponible (potabilizada y no potabilizada) en Extremadura para 2008 (INE, 2010).

EXTREMADURA	Miles de m³
Volumen de agua disponible no potabilizada	198.115
Volumen de agua disponible potabilizada	190.981

El volumen de agua suministrada a la red en la Comunidad Autónoma es 280.956 miles de m³, correspondiendo un volumen de agua suministrada a la red de abastecimiento público de 123.973 miles de m³ (Tabla 7.2).

Tabla 7.2. Volumen de agua suministrada a la red en Extremadura para 2008 (INE, 2010).

EXTREMADURA	(miles de m³)
Volumen de agua suministrada a la red de abastecimiento público	123.973
Volumen total de agua registrada y distribuida por tipo de usuario	90.963
Volumen de agua no registrada	33.010
Pérdidas reales	22.117
Pérdidas aparentes	10.893

La distribución de agua registrada para los distintos grandes grupos de usuarios muestra un volumen total de agua registrada de 90.963 miles de m³, lo que supone un importe facturado por el agua suministrada de 59.922 miles de euros (Gráfico 7.2).

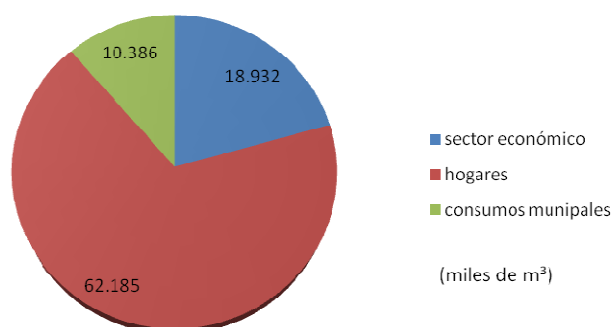


Gráfico 7.2. Distribución de agua registrada en Extremadura por grupos de usuarios para 2008, expresado en miles de m³ (INE, 2010).

**El sector agrario**, pilar básico del desarrollo de la región, adquiere una gran importancia debido a la situación dependiente que tiene con respecto al agua. Tal es así que aproximadamente el 90% de los recursos disponibles en la Cuenca del Guadiana se destinan a labores agrícolas y ganaderas, y en torno al 66% en la Cuenca del Tajo. Los recursos disponibles en Extremadura para estos usos asciende a 1.644.678 miles de m<sup>3</sup> (Gráfico 7.3).

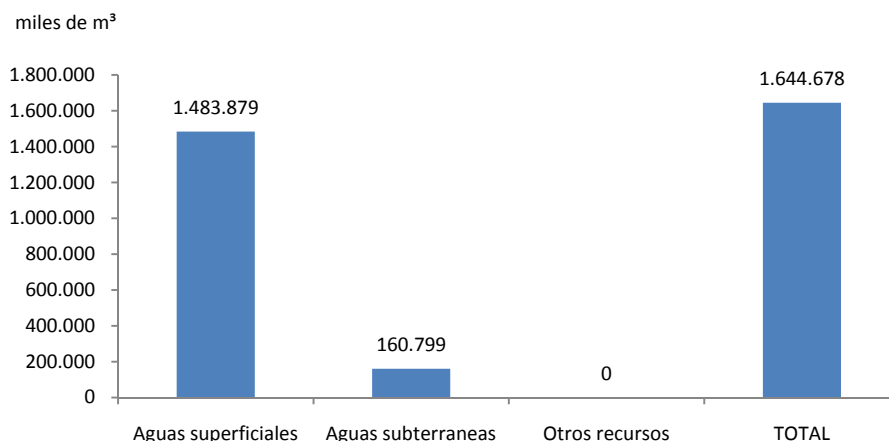


Gráfico 7.3. Disponibilidad de agua por tipo de recursos en Extremadura para 2008 (INE, 2010).

**El consumo de agua en función del tipo de cultivo y por técnicas de riego** asciende a 1.552.412 miles de m<sup>3</sup>, resultando que los cultivos herbáceos son los que más cantidad de agua consumen con un total de 987.700 miles de m<sup>3</sup> (Tabla 7.3).

Tabla 7.3. Consumo de agua por tipo de cultivos en Extremadura durante el año 2008 (INE, 2010).

EXTREMADURA	
Herbáceos	987.700
Frutales	70.120
Olivar y Viñedos	254.677
Patatas y Hortalizas	128.098
Otros tipos de cultivos	111.817
<b>TOTAL</b>	<b>1.552.412</b>

La técnica para la distribución del agua en los cultivos más utilizada en Extremadura es el sistema de riego por gravedad, que representa el 50,56% sobre el total de la superficie regada en la región, seguido de los sistemas de aspersión y de goteo, sistema éste último que creció un 57,2% en el año 2009 (Gráfico 7.4).

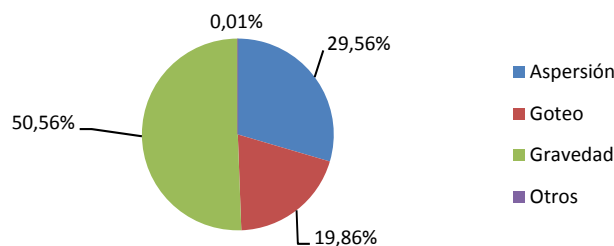


Gráfico 7.4. Consumo de agua por tipo de técnicas de riego en Extremadura (INE, 2010).

### Calidad del agua en Extremadura

El agua es un elemento imprescindible para cualquier ser vivo, e indispensable para la vida y para el ejercicio de la mayoría de las actividades económicas. Sin embargo el agua puede convertirse en un importante vehículo de infección e infestación, lo cual puede entrañar peligro para la salud.

La vigilancia y control del agua de consumo humano permite identificar el riesgo, su evaluación y la comunicación del mismo, con el fin de poder actuar mediante medidas preventivas y, en su caso, medidas correctoras que reduzcan o eliminen el mismo, para así proteger la salud de los ciudadanos.

En el año 2006 se inició la determinación y la caracterización de todos los **abastecimientos** de cada Área Sanitaria de Extremadura, ocho en total, y de cada una de las infraestructuras que los componen. En los años siguientes las actuaciones han ido encaminadas a mantener actualizados esos datos (Tabla 7.4).

Tabla 7.4. Número de abastecimientos, estaciones de tratamiento de agua potable (ETAPs), depósitos y redes de distribución en cada área sanitaria de Extremadura (Consejería de Sanidad y Dependencia, 2010).

ÁREA DE SALUD	Nº de abastecimientos	Nº de ETAPs	Nº de depósitos	Nº de redes de distribución
Badajoz	41	9	77	53
Mérida	15	11	50	33
Don Benito-Villanueva	23	12	84	57
Llerena-Zafra	42	8	51	47
Cáceres	64	11	28	95
Plasencia	109	37	131	111
Navalmoral	41	15	69	40
Coria	47	16	71	44
<b>TOTAL</b>	<b>382</b>	<b>119</b>	<b>561</b>	<b>480</b>

En el año 2009, el 100% de las 119 **estaciones de tratamiento de agua potable (ETAPs)** determinadas y caracterizadas fueron calificadas. De de ellas 39 obtuvieron un dictamen satisfactorio, lo que supone un 33% del total, tan sólo el 11% de las mismas mostraron deficiencias mayores y más de la mitad, concretamente el 56% presentaron deficiencias menores (Gráfico 7.5).

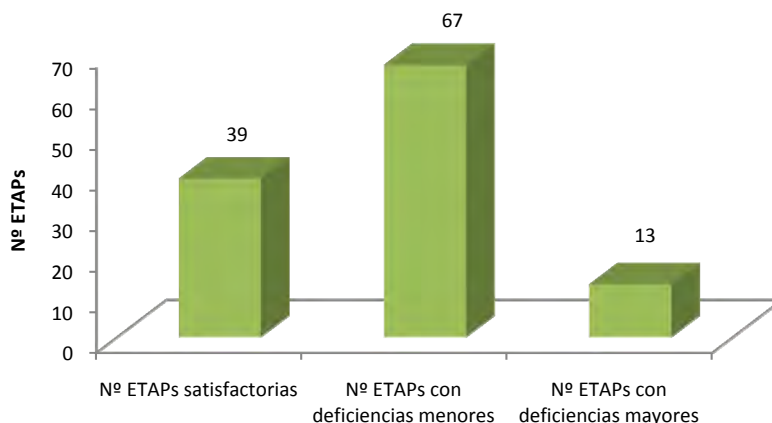


Gráfico 7.5. Número de ETAPs calificadas en el año 2009 en la Comunidad de Extremadura (Consejería de Sanidad y Dependencia, 2010).

En cuanto a los **depósitos** del sistema de abastecimiento del agua en la temporada 2009, de los 561 determinados y caracterizados, el 29% del total obtuvo un dictamen satisfactorio, el 55% mostraron deficiencias menores y el 12%, esto es, 68 depósitos, presentaron deficiencias mayores. Hubo 19 depósitos sin dictamen sanitario, la mayoría de ellos en las áreas de salud de Badajoz y Don Benito-Villanueva (Gráfico 7.6).

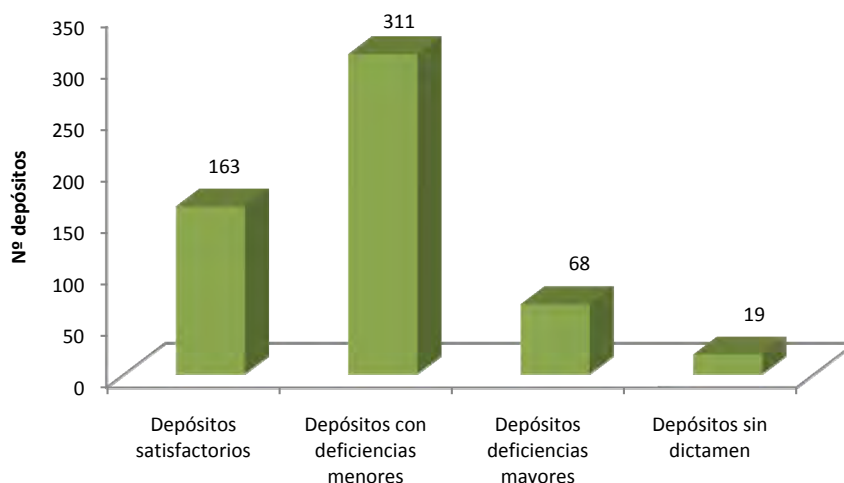


Gráfico 7.6. Número de depósitos calificados en el año 2009 en la Comunidad de Extremadura (Consejería de Sanidad y Dependencia, 2010).

De las 480 **redes de distribución** caracterizadas, el 26% obtuvieron un dictamen sanitario satisfactorio, el 64% presentaron deficiencias menores mientras que tan sólo un 3% mostraron deficiencias mayores. No se calificaron un total de 31 redes de distribución, esto es, el 6% (Gráfico 7.7).

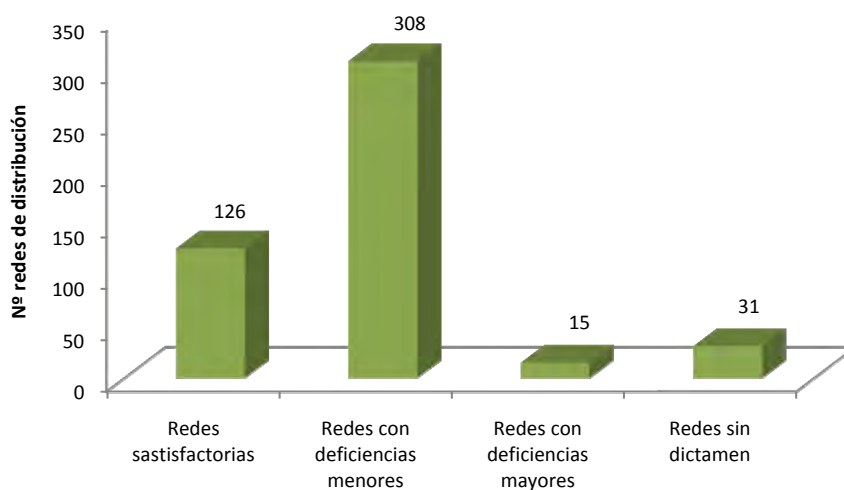


Gráfico 7.7. Número de redes de distribución calificadas en el año 2009 en la Comunidad extremeña (Consejería de Sanidad y Dependencia, 2010).

En el año 2009, del mismo modo que las infraestructuras, se ha calificado también la **calidad del agua de consumo humano**, donde la gran mayoría de las muestras obtuvieron la calificación de satisfactoria o aceptable, 37% y 45%, respectivamente (Gráfico 7.8).



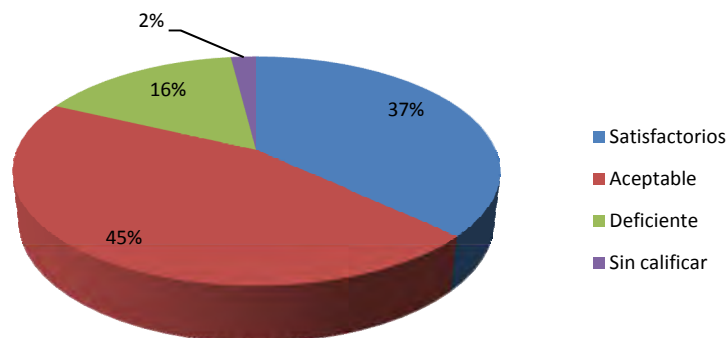


Gráfico 7.8. Calificación sanitaria del agua en Extremadura en el año 2009 (Consejería de Sanidad y Dependencia, 2010).

Teniendo en cuenta las calificaciones de las ETAPs, los depósitos y las redes de distribución junto a la calidad del agua en el año 2009, la **calificación sanitaria del abastecimiento completo** concluye que la gran mayoría, 257, fueron calificados como aceptables, 48 como satisfactorios, 65 como deficientes y tan sólo 10, el 3%, no se calificaron (Gráfico 7.9).

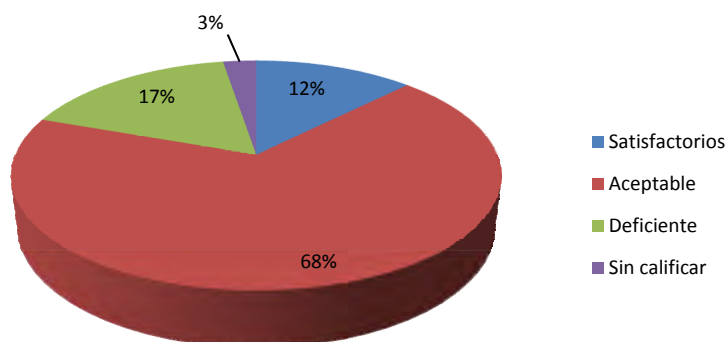


Gráfico 7.9. Calificación sanitaria del abastecimiento completo en Extremadura en el año 2009 (Consejería de Sanidad y Dependencia, 2010).

### Disponibilidad del agua en Extremadura

En base a los datos recogidos en concepto de indemnizaciones por días de sequía en el periodo 2004-2009, en el conjunto de Extremadura, los años 2004 y 2008 fueron los que registraron las mayores cifras, especialmente 2008 en el que el número de días de sequía grave superó ampliamente al número de sequías de carácter leve (Tabla 7.5).

Tabla 7.5. Días de sequía leve y grave en Cáceres y Badajoz en el periodo 2004-2009 (Agroseguros, 2010).

AÑOS	BADAJOZ		CÁCERES		TOTAL (días de sequia)
	Días de sequía leve	Días de sequía grave	Días de sequía leve	Días de sequía grave	
2004	64	114	54	33	264
2005	0	3	0	0	3
2006	0	0	0	0	0
2007	77	12	90	1	180
2008	58	128	56	147	389
2009	14	26	12	18	70
<b>TOTAL</b>	<b>213</b>	<b>280</b>	<b>212</b>	<b>199</b>	<b>904</b>

Atendiendo a los días de **sequía leve** y días de **sequía grave** o extrema observados en la Comunidad de Extremadura en distintas localidades, tanto de la provincia de Cáceres como de Badajoz, en el periodo mencionado se contabilizan un total de 425 días de sequía leve, prácticamente la mitad en cada una de las provincias extremeñas y 482 días de sequía grave, 280 en la provincia de Badajoz y 199 en la de Cáceres (Tabla 7.5).

Estos datos están relacionados con el seguro basado en la medición, por satélite, del denominado índice de vegetación (NDVI), es decir, únicamente la cantidad y el vigor de la vegetación presente en la superficie. Este sistema no mide otros índices como la humedad del suelo ni la cantidad de lluvia caída en una zona. La base de este seguro es la comparación de del NDVI, medido cada 10 días, con la media de la misma decena de los años comprendidos entre 2000 y 2009 para la misma zona homogénea de pastoreo. Se considera que hay siniestro cuando el resultado de la medición es inferior, en un determinado porcentaje, a la media obtenida de la serie 2000-2009. El seguro establece distintos grados de siniestros que van desde leve hasta severos, en función de la diferencia obtenida.

Las zonas más afectadas por las sequías han sido las comarcas de Valencia de Alcántara y Brozas, en lo que respecta a la provincia de Cáceres y Alburquerque, en Badajoz (Gráficos 7.10 y 7.11); y las menos afectadas se corresponden con zonas del norte de Cáceres como Hervás o Jaraíz de la Vera, donde se abundan sistemas montañosos que concentran gran parte de las precipitaciones que se producen en Extremadura debido a la orografía y el relieve de dicho territorio.

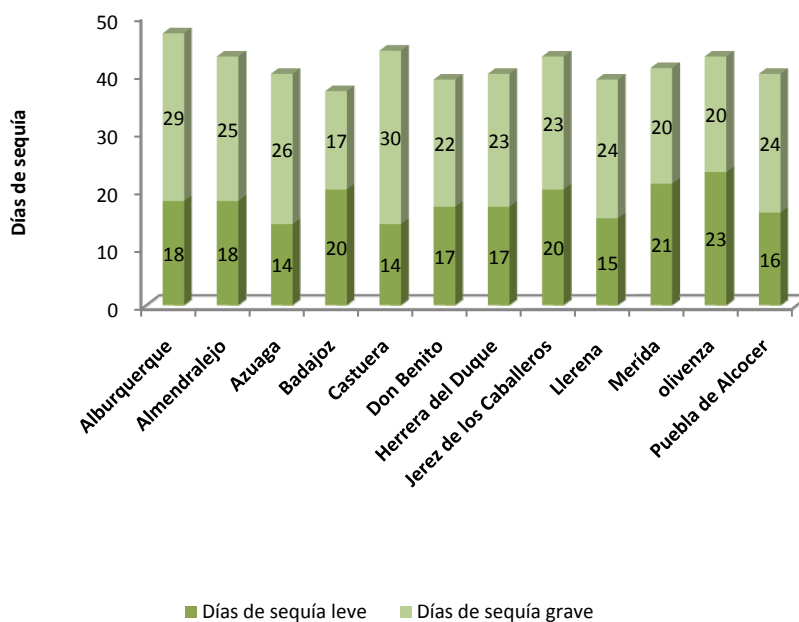


Gráfico 7.10. Días de sequía leve y sequía grave en la provincia de Badajoz en el periodo 2004-2009 (Agroseguros, 2010).

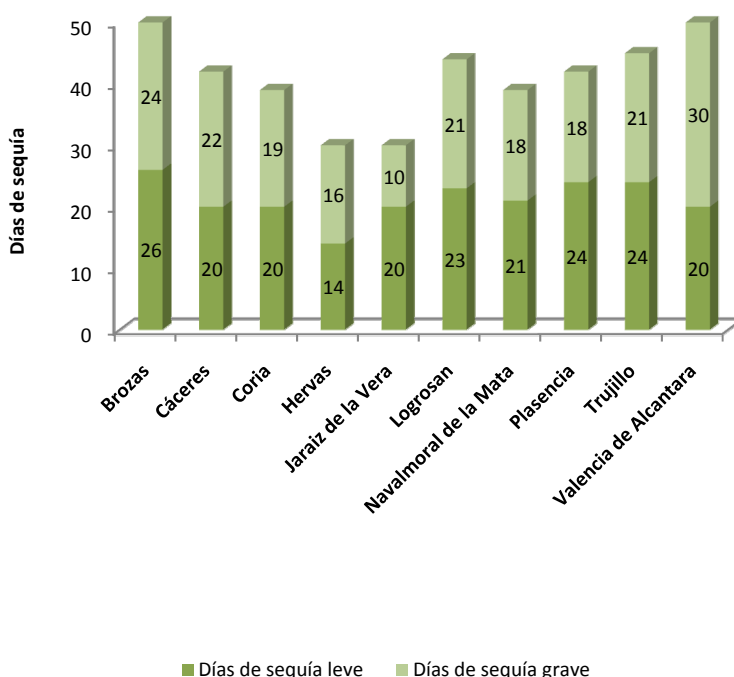


Gráfico 7.11. Días de sequía leve y sequía grave en la provincia de Cáceres en el periodo 2004-2009 (Agroseguros, 2010).

## 7.2. Impactos del cambio climático sobre el sector hídrico

El cambio climático, provocará cambios importantes en la calidad y disponibilidad de los recursos hídricos, con consecuencias para muchos sectores, como el de la producción de alimentos, en los que el agua desempeña un papel fundamental. Teniendo en cuenta que uno de los impactos es la disminución de las precipitaciones, y que más del 80% de los terrenos de cultivo son de secano, la disponibilidad de los recursos hídricos para el regadío influirá de manera notoria en la producción de alimentos. La escasa disponibilidad del agua es ya un problema en muchas partes de Europa, y es probable que la situación siga deteriorándose como consecuencia del cambio climático; así pues, se prevé que las regiones europeas con gran escasez de agua van a pasar del 19% actual al 35% antes de la década de 2070 (Libro Blanco, 2009)

La variación meteorológica, que se prevé con aumento de la temperatura, y en España con disminución en general de la precipitación, causará una reducción de las aportaciones hídricas y una modificación de la demanda de agua en los sistemas de regadío.

La sensibilidad de los recursos hídricos al aumento de la temperatura y disminución de precipitación es muy alta, precisamente en las zonas con temperaturas medias altas y con precipitaciones bajas. Los recursos hídricos sufrirán en España disminuciones importantes como consecuencia del cambio climático (Tabla 7.6).

Tabla 7.6. Cuadro resumen de efectos del cambio climático sobre el sector hídrico.

<b>Incremento de la temperatura</b>	Pérdida de calidad del agua, que lleva asociado numerosos efectos nocivos para la salud tanto de las personas como de la vegetación y la fauna
<b>Variación del ciclo de precipitaciones</b>	Disminución de los recursos disponible
<b>Fenómenos climáticos extremos</b>	Pérdida de instalaciones e infraestructuras

Tabla 7.6. Cuadro resumen de efectos del cambio climático sobre el sector hídrico.

<b>Fenómenos climáticos extremos</b>	Incapacidad para satisfacer la demanda
	Devastación de zonas de cultivo y de y de población urbana
	Riesgo de muertes de personas y animales causados por sequías e inundaciones.

Estos efectos que el cambio climático va a tener sobre los recursos hídricos, y los problemas que de ellos se derivan, son focalizados en las líneas de trabajo para las evaluaciones de impactos, vulnerabilidad y adaptación relativas a los recursos hídricos que se llevan a cabo en el desarrollo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, contempla las siguientes actuaciones

- Desarrollar los modelos regionales acoplados clima-hidrología que permitan obtener escenarios fiables de todos los términos y procesos del ciclo hidrológico, incluido eventos extremos
- Desarrollar modelos de calidad ecológica de las masas de agua, compatible con el esquema de aplicación de la Directiva Marco del Agua
- Aplicar los escenarios hidrológicos generados para el siglo XXI a otros sectores altamente dependientes de los recursos hídricos
- Identificar los indicadores más sensibles al cambio climático
- Evaluar las posibilidades del sistema de gestión hidrológica bajo los escenarios hidrológicos generados para el siglo XXI
- Desarrollar directrices para incorporar en los procesos de evaluación de Impacto Ambiental y de Evaluación Ambiental Estratégica las consideraciones relativas a los impactos del cambio climático para los planes y proyectos del sector hidrológico (OECC, 2006).

El sector del agua es pues, fundamental y crítico. Los impactos tienen sobre él un efecto cascada. Por tanto, desde la perspectiva del desarrollo sostenible, la máxima prioridad de adaptación en el sector del agua debe ser la reducción de la vulnerabilidad de las personas y las sociedades ante el cambio de las tendencias hidrometeorológicas, el aumento de la variabilidad climática y los episodios extremos. Adicionalmente, se debe tratar de proteger y recuperar los ecosistemas que mantienen unos servicios y recursos críticos como los del suelo y el agua; hacer una reducción de la diferencia entre la demanda y oferta del agua, reforzando las medidas de moderación de la demanda (MARM; 2009. Cambio climático y adaptación de los recursos hídricos, en adelante MARM, 2009)

### **Incremento de temperatura y pérdida de calidad del agua**

El aumento de la temperatura del aire conduce al ascenso de la temperatura del agua. Esta variación de temperatura resultante del cambio climático puede tener múltiples efectos tales como

- Disminución del contenido de oxígeno. El aumento de la temperatura del agua de los ríos y arroyos acelera la respiración biológica y disminuye la concentración de oxígeno disuelto en agua
- Alteración del hábitat y la distribución de los organismos acuáticos
- Cambio de las condiciones bacteriológicas y la incidencia de algunos patógenos, que aconsejan la mejora de las estaciones depuradoras de aguas residuales
- Alteración de la estratificación térmica y el proceso de mezcla de aguas en los lagos
- Disminución de la formación de hielo
- Alteración del ciclo de nutrientes en los sistemas acuáticos y proliferación de las algas
- Aumento de la temperatura del suelo. Las poblaciones de bacterias que controlan los procesos de mineralización y nitrificación del nitrógeno en el suelo aumentan con la temperatura (MARM; 2009).

De todo ello se deduce que la calidad del agua se verá afectada como consecuencia del ascenso de las temperaturas. Esto propiciará que la salud humana, animal y vegetal se vea afectada debida a las carencias que presentará el agua. La calidad de los productos aptos para consumo también se verá influenciado por este hecho, manifestándose en una disminución de los aportes necesarios para la salud, como consecuencia de la pérdida de calidad.

Otro hecho a tener en cuenta es que el ascenso de las temperaturas incentivará la demanda de energía en los periodos estivales para aclimatar las edificaciones; este hecho provocará que se demande más cantidad de recursos hídricos en aquellas estaciones de producción energéticas que tienen como base el agua.

## Cambios en el patrón de precipitaciones

Los nuevos cambios previstos en el régimen de precipitaciones vienen marcados por un descenso generalizado en el nivel de lluvias en el mundo. No obstante, se ha observado un incremento de los episodios de precipitación intensa incluso en lugares en que la cantidad total ha disminuido. Este hecho está asociado a un aumento de la cantidad de vapor de agua en la atmósfera, y se corresponde con el calentamiento global. En las estadísticas de lluvia, sin embargo, predominan las variaciones interanuales o decenales, y las estimaciones de tendencia no concuerdan espacialmente. Además, sólo algunas regiones tienen series de datos de calidad y longitud suficiente para evaluar con fiabilidad la tendencia de los valores extremos.

La tendencia general irá encaminada a aumentos estadísticamente importantes en la frecuencia de precipitación intensa en toda Europa y en América del Norte, aunque variará la estacionalidad de los cambios. En Estados Unidos, los aumentos han sido mayores durante la estación cálida, mientras que en Europa los cambios fueron más notables durante la estación fría.

Estudios teóricos y de modelización del clima sugieren que, en un clima cada vez más cálido por el aumento de gases invernadero, se esperaría un incremento de las precipitaciones extremas respecto de su valor medio. Por ello, la influencia antropógena es más fácilmente detectable en las precipitaciones extremas que en los valores medios. Ello se debe a que las precipitaciones extremas están controladas por la disponibilidad de vapor de agua, mientras que el valor medio de precipitación está modulado por la capacidad de la atmósfera para radiar hacia el espacio energía de onda larga (liberada en forma de calor latente, mediante condensación), estando esta capacidad limitada por el aumento de gases invernadero. En conjunto, los estudios observacionales y de modelización conducen a la conclusión general de que es probable que haya aumentado la frecuencia de episodios de precipitación intensa, o la proporción de la cantidad total de lluvia de episodios intensos en la mayor parte de las áreas terrestres durante el siglo XX, y que es más probable que improbable que esa tendencia refleje una contribución antropógena. No es posible evaluar, por el momento, la magnitud de esa contribución antropógena.

En cualquier caso, hay evidencias observacionales de que, desde 1970 aproximadamente, se ha intensificado la actividad ciclónica (Bates *et al.*, 2008).

Los recursos hídricos no se generan en un momento instantáneo concreto de tiempo. La temporalidad en la distribución de las precipitaciones incide en gran medida en la generación de los recursos hídricos.

En la mayor parte de España, los recursos hídricos se generan en los meses más fríos. En verano, con el aumento de la temperatura y la evapotranspiración altas, la mayor parte del agua que los suelos son capaces de retener es utilizada por las plantas. El suelo está seco, o en bajo estado de saturación, y no se producen recarga ni escorrentías significativas. En los meses más fríos la evapotranspiración es muy baja y por tanto la demanda de agua de las plantas es también baja, mientras que el exceso de aportación satura el suelo y se producen los excedentes (Moreno *et al.*, 2005).

Estos cambios observados en cuanto al aumento de la temperatura y disminución de las precipitaciones, serán reflejados en los estados de las cuencas. Así se considera que una cuenca padece estrés hídrico, siendo éste una medida de la exposición de la población al riesgo de falta de agua, cuando la disponibilidad de agua por habitante es inferior a 1.000 m<sup>3</sup>/año. Un volumen de agua superior a 1.000 m<sup>3</sup> por habitante y año es considerado más de lo necesario para uso doméstico, industrial y agrícola.

La disponibilidad del agua procedente de fuentes superficiales o pozos pocos profundos dependen de la variabilidad estacional e interanual del caudal fluvial, y la seguridad de los suministros de agua está determinada por los flujos menores de carácter estacional. En las cuencas en las que predomina la nieve, temperaturas más elevadas originan caudales menores y, por tanto un menor suministro de agua durante el verano (Bates *et al.*, 2008).

## Inundaciones y sequías

A pesar de que la pluviometría en España no es abundante, en ocasiones se presentan precipitaciones que en pocas horas alcanzan valores superiores al promedio anual. En consecuencia, la gran desproporción entre los caudales ordinarios y extraordinarios de un río hace que el problema de las inundaciones revista en España una especial gravedad.

Si bien las crecidas son, en su origen, un problema hidrológico, en su desarrollo sobre zonas de actividad humana se convierte en un problema territorial, con amplias repercusiones socioeconómicas (Ministerio de Agricultura y Medio rural y Marino, 1998. Libro Blanco del Agua en España. Documento de síntesis, en adelante Libro Blanco del Agua, 1998).

Suponiendo que los cambios de precipitación y temperatura fueran aproximadamente lineales, un aumento de la temperatura y una reducción de la precipitación se combinarían en un incremento de la frecuencia y severidad de las sequías hidrológicas. La creciente demanda evapotranspirativa relacionado con el calentamiento representará un aumento de los retornos a la atmósfera, así como unas condiciones antecedentes más secas de los suelos durante los eventos lluviosos, de modo que cabe esperar una reducción de la escorrentía y de la recarga de los acuíferos, al mismo tiempo que un empeoramiento de la calidad

del recurso, debido a una menor dilución. Efectivamente, ya existen observaciones de un aumento de la frecuencia y severidad de las sequías en el último decenio ha sido ya observado en algunas zonas del Globo, especialmente en África y Asia. Por otra parte los modelos climáticos predicen un incremento de la frecuencia de las situaciones de sequía pluviométrica para el próximo futuro, sobre todo en zonas continentales de altitud media (Moreno *et al.*, 2005).

### Fenómenos climáticos extremos

Algunos fenómenos climáticos extremos han cambiado de frecuencia y/o intensidad en los últimos 50 años. Es muy probable que los días y las noches frías, así como las escarchas sean ahora menos frecuentes en la mayoría de las áreas terrestres, mientras que los días y noches cálidas serían más frecuentes. Posiblemente las olas de calor sean cada vez más frecuentes en la mayoría de las zonas terrestres y la frecuencia de las precipitaciones intensas, respecto de la total, haya aumentado en la mayoría de las áreas. Es probable que la incidencia de elevaciones extremas del nivel del mar haya aumentado en numerosos lugares del mundo desde 1975 (Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo y al Parlamento Europeo. Una política energética para Europa.2007, en adelante (COM (2007) 1 final).

Las inundaciones, son especialmente relevantes en cuanto al riesgo de daños humanos y materiales generados por las mismas. Por tanto, deberán ser revisadas las cuestiones de invasión del dominio público hidráulico y de la delimitación del mismo.

Respecto a los períodos de acusado descenso de las precipitaciones, los principales problemas que se producen son aquellos generados por una disminución del recurso como pueden ser el deterioro de la calidad de las aguas, una adecuada atención a las demandas o el mantenimiento de caudales ecológicos.

Se puede definir la sequía como una situación hidrológica extrema, en la que se produce una disminución significativa de recursos hídricos durante un período suficientemente prolongado que afecta a un área extensa. Es un fenómeno atmosférico normal y recurrente del clima, ya que ocurre en todas las regiones climáticas, pero con características y repercusiones distintas. Tiene un carácter lento y progresivo, manifestándose de manera evidente cuando ya se está inmerso en ella. Se puede caracterizar por el tiempo necesario para que pueda hablarse de la situación como tal, la proporción de las reducciones de las precipitaciones, el efecto considerado y su grado de afección.

La sequía tiene serios efectos socioeconómicos y medioambientales tanto en países en vía de desarrollo como en países desarrollados que hacen patente la vulnerabilidad de las sociedades ante este fenómeno de la naturaleza.

En los últimos decenios se sigue asistiendo a períodos de tiempo seco con frecuencia y efectos no aceptables por la sociedad, llevando a la reflexión sobre la existencia de una situación de escasez de agua coyuntural o bien cierto grado de inadecuación estructural entre la oferta y la demanda de recursos hídricos. La sequía afecta a la satisfacción de demandas y a los cursos naturales de agua y a las zonas húmedas. Los años de sequedad acusada pueden producir grandes alteraciones en el medio ambiente que, a pesar de su carácter excepcional, deben ser afrontadas para mitigar este tipo de efectos desfavorables.

En cualquier caso debe diferenciarse entre la sequía meteorológica -cuando el régimen de lluvias es menor al normal- y la hidrológica -cuando las aportaciones son menores a las habituales-. La hidrológica es consecuencia de la meteorológica, matizada por los efectos de la escorrentía por las capacidades de regulación de la cuenca (grandes acuíferos, embalses con regulación hiperanual,...), que pueden ocasionar que sequías meteorológicas no se traduzcan necesariamente en hidrológicas. (Plan Demarcación Hidrográfica del Tajo, 2008).

### Futura elevación del mar

Los principales problemas del cambio climático en las zonas costeras españolas se relacionan con el posible ascenso del nivel medio del mar (NMM). Las proyecciones de los modelos varían entre 10 y 68 cm para final de siglo, resultando razonable esperar un aumento de 50 cm en el NMM, con 1 m como escenario más pesimista. Ante una subida generalizada del NMM las zonas más vulnerables son los deltas y playas (Moreno *et al.*, 2005).

Por todo ello, mantener un equilibrio sostenible entre todos estos aspectos es el objetivo de la **Directiva Marco del Agua** (en adelante DMA), adoptada en 2002, que sienta las bases de una política del agua moderna, global y ambiciosa para la Unión Europea.

La Directiva Marco del Agua establece un marco jurídico con el fin de garantizar suficientes cantidades de agua de buena calidad en toda Europa. Sus principales objetivos son los siguientes

- Ampliar la protección a todas las aguas: aguas superficiales continentales y costeras y aguas subterráneas
- Garantizar el «buen estado» de todas las aguas de aquí a 2015
- Basar la gestión del agua en las cuencas fluviales

- Combinar los valores límite de emisión con normas de calidad medioambiental
- Velar por que la tarificación del agua ofrezca incentivos adecuados para que los usuarios utilicen los recursos hídricos de forma eficaz
- Lograr una mayor participación de los ciudadanos
- Simplificar la normativa (COM (2007) 128 final)

Ante el cambio climático se perfilan como importantes y necesarias las investigaciones tendentes a mejorar las previsiones de precipitaciones y temperaturas y su distribución espacial y temporal; las dirigidas a definir métodos de generación de series de datos climáticos basadas en los escenarios; las que propicien mejores y más fiables métodos de evaluación de evaporaciones y evapotranspiraciones, el papel de agua en el suelo, interceptación y reserva de agua utilizable por las plantas; las destinadas a conocer con más fiabilidad la recarga de acuíferos y el desarrollo de modelos para automatización de cálculo de aportaciones y modelos de gestión en cuencas (Moreno et al., 2005).

### 7.3. Ciclo hidrológico del agua

El cambio climático afectará al estado cuantitativo y cualitativo de los recursos hídricos, alterando el ciclo hidrológico y los sistemas, lo cual afecta a numerosos parámetros incluyendo, la intensidad y la frecuencia de las sequías, así como las inundaciones, la disponibilidad y la demanda del agua, la calidad incluyendo su temperatura y el contenido de los nutrientes. Los cambios en estos parámetros generan impactos sobre todos los bienes y servicios socioeconómicos y ambientales que dependen de ellos de manera directa o indirecta.

El ciclo hidrológico de muchos ríos depende, principalmente, de la temperatura y la precipitación en forma de nieve o de lluvia. Adicionalmente, se observan cambios en la escorrentía anual de muchas cuencas hidrográficas, debido a aumentos de la escorrentía invernal agravado por el incremento de la precipitación hibernal. El adelanto del deshielo primaveral provocará el desplazamiento de los picos de caudal máximo. Como consecuencia de la merma de los depósitos de nieve, el adelanto del deshielo y la disminución general de las precipitaciones estivales es posible que se prolonguen los períodos con caudal bajo en verano. Los cambios en el régimen estacional de los caudales pueden alterar los períodos con alto riesgo de inundación y los períodos con alto riesgo de sequía (MARM, 2009)

Se entiende por ciclo hidrológico el conjunto de transferencias de agua entre la atmósfera, el mar y la tierra en sus tres estados, sólido, líquido, y gaseoso. El motor energético de este ciclo es el Sol. El conjunto de procesos hídricos que tienen o tendrían lugar en la naturaleza en total ausencia de intervención humana constituye el ciclo hidrológico en régimen natural. Los procesos básicos de dicho ciclo son los de evapotranspiración, precipitación, infiltración, percolación y escorrentía (Gráfico 7.12).



Gráfico 7.12. El ciclo del agua (<http://saguapac.com>).

La evapotranspiración es el efecto conjunto que se produce a través de la evaporación del agua presente en la superficie terrestre, en los mares, ríos y lagos; y la transpiración de los seres vivos, en especial de las plantas.

Esta evapotranspiración genera vapor atmosférico que, al condensar bajo determinadas condiciones, retorna parte a la superficie continental en forma de precipitación líquida o sólida. Parte de esa precipitación se infiltra en el suelo, desde donde se vuelve a evapotranspirar, o percolar en el subsuelo, y otra parte escurre superficialmente por la red de drenaje hasta alcanzar la red fluvial, en lo que se denomina escorrentía superficial directa. El agua que se infiltra en el subsuelo se acumula en los poros, grietas y fisuras de los materiales del terreno, alimentando los acuíferos. Esta parte de agua que vuelve a salir, diferida en el tiempo a la red fluvial, se denomina escorrentía subterránea (Libro Digital del Agua. Ministerio de Agricultura y Medio Rural y Marino, en adelante Libro Digital del Agua).

Los valores más significativos son los correspondientes a evapotranspiración potencial (ETP), que es la que se produciría con humedad del suelo y cobertura vegetal en condiciones óptimas y que depende fundamentalmente de la temperatura, y la evapotranspiración real (ETR), que es la que realmente se produce en las condiciones existentes. En España, durante el período 1941-2008, la ETP alcanzó un valor medio de 1.032,39 mm/año, en tanto que la media de ETR fue 394,16 mm/año (Tabla 7.7).

Tabla 7.7. Valores medios de evapotranspiración en las Demarcaciones

Demarcación Hidrográfica	ETP (mm)	ETR (mm)
MIÑO-SIL	625	490
GALICIA COSTA	702	595
CUENCAS INTERNAS PAIS VASCO	732	597
CANTÁBRICO	701	524
DUERO	793	457
<b>TAJO</b>	<b>961</b>	<b>464</b>
<b>GUADIANA</b>	<b>982</b>	<b>433</b>
GUADALQUIVIR	1.042	441
CUENCA MEDITERRANEA ANDALUZA	1.068	372
CUENCA ATLÁNTICA ANDALUZA	1.258	515
SEGURA	983	332
JÚCAR	908	439
EBRO	790	461
CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA	807	532
BALEARES	934	453
GRAN CANARIA	1.355	216
FUERTEVENTURA	1.396	113
LANZAROTE	1.285	121
TENERIFE	1.241	252
LA PALMA	1.325	362
LA GOMERA	1.320	250
EL HIERRO	1.514	254

De la cantidad total de agua que precipita en un territorio, la mayor parte retorna a la atmósfera mediante la evapotranspiración, otra parte se infiltra en el terreno, y puede alimentar las aguas subterráneas o aflorar a la superficie tras un recorrido por el suelo. La parte de precipitación que no se evapora o alimenta las aguas subterráneas, escurre superficialmente y nutre a los arroyos, ríos y otros tipos de masas de agua superficial. Sin embargo el caudal base de los ríos lo suministran en gran medida las descargas de las aguas subterráneas que son las responsables de que los ríos mantengan un caudal aún en los periodos en los que no se registran precipitaciones.



Adicionalmente, una parte de la precipitación se produce en forma de nieve, y generará escorrentía de manera diferida, al fundirse tras un periodo de tiempo. El agua también puede fluir de forma diferida a la red hidrográfica cuando se almacena en lagos y embalses. Las precipitaciones medias anuales para el período 1941-2008 (Tabla 7.8).

Tabla 7.8. Valores de precipitación mínima, media y máxima en las distintas Demarcaciones Hidrográficas españolas

Demarcación Hidrográfica	Precipitación mínima anual (mm)	Precipitación media anual (mm)	Precipitación máxima anual (mm)
MIÑO-SIL	796	1231	1921
GALICIA COSTA	866	1501	2236
CUENCAS INTERNAS PAIS VASCO	901	1342	1779
CANTÁBRICO	853	1270	1656
DUERO	377	614	854
<b>TAJO</b>	<b>348</b>	<b>636</b>	<b>942</b>
<b>GUADIANA</b>	<b>267</b>	<b>522</b>	<b>753</b>
GUADALQUIVIR	289	579	989
CUENCA MEDITERRANEA ANDALUZA	262	528	868
CUENCA ATLÁNTICA ANDALUZA	362	708	1257
SEGURA	213	375	600
JÚCAR	332	511	816
EBRO	456	646	823
CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA	452	710	1057
BALEARES	315	552	1159
GRAN CANARIA	121	274	577
FUERTEVENTURA	28	115	220
LANZAROTE	43	129	291
TENERIFE	150	355	711
LA PALMA	230	680	1263
LA GOMERA	100	358	913
EL HIERRO	98	341	761

La distribución espacial de la temperatura media anual está estrechamente ligada a la orografía. Los mínimos, inferiores a 8 °C, están localizados en los sistemas montañosos de la mitad norte peninsular, mientras las zonas más cálidas, delimitadas por la isoterma de 18 °C, se encuentran en el Valle del Guadalquivir, la costa Sur y Sureste, así como el Levante (Tabla 7.9).

Tabla 7.9. Valores mínimos, medios y máximos de temperaturas de las distintas Demarcaciones en el período 1941-2009.

Demarcación Hidrográfica	Mínima	Media	Máxima
MIÑO-SIL	1,5	11,3	21,5
GALICIA COSTA	5	13	21,5
CUENCAS INTERNAS PAIS VASCO	-0,1	12,3	23
CANTÁBRICO	-0,2	10,8	21
DUERO	-0,9	10,7	22,6
<b>TAJO</b>	<b>-0,1</b>	<b>13,3</b>	<b>26,1</b>
<b>GUADIANA</b>	<b>2,6</b>	<b>15,2</b>	<b>27,7</b>
GUADALQUIVIR	4,2	16	27,8
CUENCA MEDITERRANEA ANDALUZA	5,8	16,2	26,7
CUENCA ATLÁNTICA ANDALUZA	7,1	17,5	28,1
SEGURA	3,8	15,8	27,2

**Tabla 7.9. Valores mínimos, medios y máximos de temperaturas de las distintas Demarcaciones en el período 1941-2009.**

Demarcación Hidrográfica	Mínima	Media	Máxima
JÚCAR	1,6	14,1	25,6
EBRO	0,9	12	24,2
CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA	1,2	13,6	25,3
BALEARES	5,5	16,9	28,2
GRAN CANARIA	10,1	17,2	28
FUERTEVENTURA	11	19,6	27
LANZAROTE	11	19,6	27
TENERIFE	5,5	16,4	26
LA PALMA	6	18,3	26
LA GOMERA	5	18,2	26
EL HIERRO	6	18,8	26

La escorrentía total es la suma de la escorrentía superficial, que se genera directamente a partir de la precipitación, y la subterránea, que equivale al recurso hídrico por unidad de superficie o aportación específica total. Como la escorrentía es consecuencia de la precipitación, sigue un patrón espacial similar al de las precipitaciones aunque con mayor variabilidad debido a las distintas características del terreno.

Al considerar la superficie de las demarcaciones hidrográficas, los valores de aportación específica pueden traducirse en el volumen de recursos hídricos totales que se generan en régimen natural en cada demarcación. Los datos acumulados para el período 1941-2008, contienen la aportación específica y los recursos hídricos totales en régimen natural en las Demarcaciones Hidrográficas (Tabla 7.10).

**Tabla 7.10. Aportaciones específicas a las Demarcaciones Hidrográficas mediante escorrentía.**

Demarcación Hidrográfica	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Aportación específica anual			Recursos hídricos totales en régimen natural (hm <sup>3</sup> /año)		
		Mínima	Media	máxima	Mínima	Media	máxima
MIÑO-SIL	17.592	360	743	1.400	6.326	13.079	24.636
GALICIA COSTA	13.217	386	937	1.704	5.097	12.380	22.518
CUENCAS INTERNAS PAIS VASCO	2.286	388	752	1.151	887	1.719	2.632
CANTÁBRICO	20.885	397	751	1.117	8.284	15.692	23.338
DUERO	78.860	63	163	348	4.952	12.832	27.472
<b>TAJO</b>	<b>55.764</b>	<b>45</b>	<b>175</b>	<b>385</b>	<b>2.499</b>	<b>9.783</b>	<b>21.496</b>
<b>GUADIANA</b>	<b>55.389</b>	<b>9</b>	<b>93</b>	<b>227</b>	<b>516</b>	<b>5.129</b>	<b>12.596</b>
GUADALQUIVIR	57.228	20	142	404	1.135	8.109	23.094
CUENCA MEDITERRANEA ANDALUZA	17.948	28	166	422	495	2.981	7.565
CUENCA ATLÁNTICA ANDALUZA	10.679	24	200	620	258	2.131	6.624
SEGURA	18.897	18	52	98	334	980	1.845
JÚCAR	42.958	33	81	169	1.423	3.471	7.254
EBRO	85.567	102	189	304	8.742	16.167	25.983
CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA	16.494	74	186	419	1.224	3.076	6.916

Tabla 7.10. Aportaciones específicas a las Demarcaciones Hidrográficas mediante escorrentía.

Demarcación Hidrográfica	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Aportación específica anual			Recursos hídricos totales en régimen natural (hm <sup>3</sup> /año)		
		Mínima	Media	máxima	Mínima	Media	máxima
BALEARES	5.019	28	127	453	141	640	2.271
GRAN CANARIA	1.555	21	87	247	32	136	384
FUERTEVENTURA	1.651	9	16	41	15	26	68
LANZAROTE	843	10	18	83	8	15	70
TENERIFE	2.034	31	123	396	64	251	805
LA PALMA	704	57	376	895	40	265	630
LA GOMERA	370	19	137	580	7	51	215
EL HIERRO	269	24	126	418	6	34	112
CEUTA	20	-	-	-	-	-	-
MELILLA	13	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL ESPAÑA</b>	<b>506.242</b>	<b>108</b>	<b>215</b>	<b>378</b>	<b>54.715</b>	<b>108.714</b>	<b>191.213</b>

En España las reservas de agua superficial en los embalses constituyen un recurso fundamental para poder satisfacer las demandas de agua. Para ello, los embalses acumulan agua en las épocas húmedas, pudiendo disponer de las reservas acumuladas en los periodos más secos. Actualmente, la capacidad de agua embalsada en España asciende a 56.605 hm<sup>3</sup>, habiendo un volumen de agua embalsada correspondiente a 37.903 hm<sup>3</sup>, que corresponde a un 66% de la capacidad de los embalses (Tabla 7.11).

Tabla 7.11. Volúmenes y capacidad de agua embalsada en las Demarcaciones Hidrográficas en enero de 2010 (Libro digital del agua).

Demarcación Hidrográfica	Volumen de agua embalsada (hm <sup>3</sup> )	Capacidad de agua embalsada (hm <sup>3</sup> )
MIÑO-SIL	1.873	3.022
GALICIA COSTA	392	684
CUENCAS INTERNAS PAIS VASCO	16	21
CANTÁBRICO	386	625
DUERO	4.994	7.513
<b>TAJO</b>	<b>6.838</b>	<b>11.012</b>
<b>GUADIANA</b>	<b>6.898</b>	<b>9.435</b>
GUADALQUIVIR	5.839	7.377
CUENCA MEDITERRANEA ANDALUZA	715	1.043
CUENCA ATLÁNTICA ANDALUZA	1.544	1.878
SEGURA	658	1.141
JÚCAR	1.662	3.330
EBRO	4.720	7.511
CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA	563	740
<b>TOTAL ESPAÑA</b>	<b>37.903</b>	<b>56.605</b>

Las aguas subterráneas se renuevan de modo constante gracias al ciclo hidrológico mediante la recarga de los acuíferos. Los acuíferos se nutren de las precipitaciones, la escorrentía superficial, de acuíferos próximos o de los retornos de ciertos usos, destacando los del regadío.

El agua que se infiltra en el terreno, y no retorna a la atmósfera por evapotranspiración, continúa su marcha descendente a través de terrenos permeables hasta encontrar un estrato impermeable. Las aguas quedan entonces acumuladas rellenando los poros y fisuras del terreno en los acuíferos.

Los flujos de agua que discurren bajo tierra son muy lentos y en parte alimentan las aguas superficiales, siendo los responsables de que los cauces mantengan agua aun en los periodos en que no se producen lluvias. En ocasiones, afloran en determinados puntos de la superficie formando fuentes o manantiales. Otra parte acaba desembocando en el mar y una parte se extrae de forma artificial mediante sondeos y pozos.

Las aguas profundas constituyen un recurso hídrico muy importante en nuestro país. En las zonas más secas es el recurso fundamental, mientras en zonas más húmedas es un recurso estratégico y complementario a las aguas superficiales, encontrándose la mayor parte de las reservas de agua profundas se encuentra en la mitad sur de la península (Gráfico 7.13).

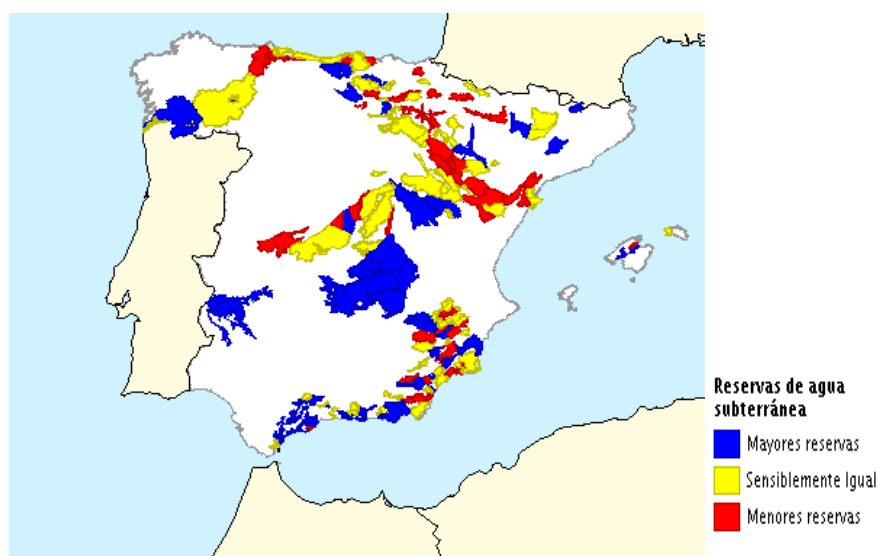


Gráfico 7.13. Situación de las masas de agua subterráneas de las distintas demarcaciones en febrero de 2010 (Libro digital del agua) (MARM).

Cuando las aguas subterráneas se extraen de forma intensiva pueden producirse efectos indeseados en los ecosistemas acuáticos y terrestres que se nutren de las aguas profundas, y en la propia explotación de las aguas. Esto es debido al descenso de los niveles piezométricos que provocan una disminución de los caudales a los ecosistemas asociados, y que se deba bombear agua desde profundidades mayores, lo cual eleva la cantidad de energía que es necesaria para extraer el agua.

En España cada vez están cobrando mayor importancia los denominados recursos no convencionales, principalmente la desalación y la reutilización. En determinadas zonas del país, como el sureste y los archipiélagos, estos aportes resultan fundamentales debido a la escasez e irregularidad de los recursos hídricos convencionales.

La reutilización directa o planificada consiste en el aprovechamiento directo de los efluentes de las depuradoras, con un grado mayor o menor de tratamiento previo, mediante el transporte hasta el punto de aprovechamiento, sin que se produzca dilución en un curso natural de agua. Normalmente es necesario un tratamiento terciario del agua para poderla reutilizar. Se trata de procesos de eliminación de contaminantes que se aplican tras los tratamientos básicos de depuración de agua, es lo que se conoce como proceso de regeneración. El agua regenerada constituye una fuente alternativa de recurso para muchos usos que no requieren agua potable y en los que es aconsejable no emplear el agua de elevada calidad.

En la actualidad España cuenta con una capacidad de reutilización de agua de 2.771.912 m<sup>3</sup>/día (Tabla 7.12).

Tabla 7.12. Capacidad de reutilización en las distintas Demarcaciones Hidrográficas

Demarcación Hidrográfica	Capacidad de reutilización (m <sup>3</sup> /día)
CUENCAS INTERNAS PAIS VASCO	9.529
<b>TAJO</b>	<b>331.013</b>
<b>GUADIANA</b>	<b>3.870</b>
GUADALQUIVIR	26.216
CUENCA MEDITERRANEA ANDALUZA	323.898
CUENCA ATLÁNTICA ANDALUZA	41.235
SEGURA	192.000
JÚCAR	923.175
EBRO	75.776
CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA	515.624
BALEARES	207.846
GRAN CANARIA	56.330
FUERTEVENTURA	9.500
LANZAROTE	18.900
TENERIFE	37.000
TOTAL ESPAÑA	2.771.912

Con el desarrollo que ha experimentado la tecnología de la desalación en los últimos años es posible obtener agua dulce, cuyo contenido en sales es inferior a 500 ppm, a partir de agua de mar con un contenido en sales del orden de 35.000 ppm o agua salobre a un coste que permite que la desalación sea una fuente de recurso de elevada calidad en las zonas donde el agua es escasa (Libro Digital del Agua). Existen un total de 735 instalaciones desaladoras en España con una capacidad de desalación correspondiente a 3.383.841 m<sup>3</sup>/día, correspondiendo a Extremadura un total de 3 instalaciones (Gráfico 7.14).

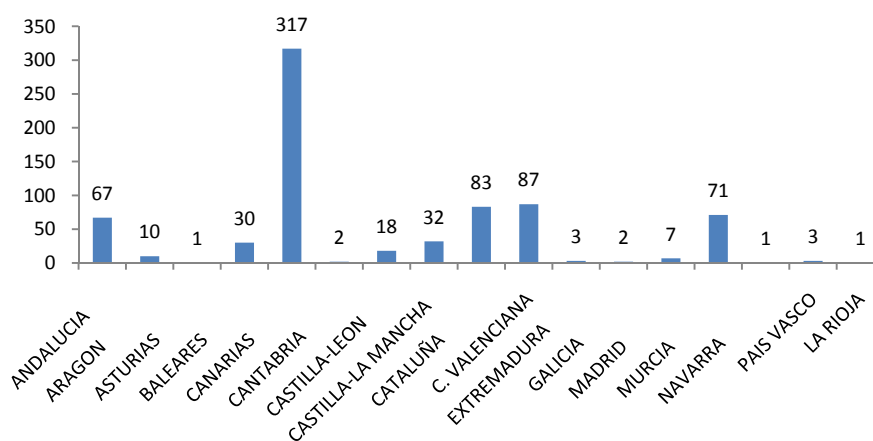


Gráfico 7.14. Número de instalaciones desaladoras por Comunidades Autónomas y por capacidad instalada (CEDEX).

## 7.4. Impactos específicos del cambio climático sobre el sector hídrico extremeño

Los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático previstos para Extremadura muestran para los períodos comprendidos entre 2011 y 2040 y entre 2041 y 2070 un aumento progresivo de las temperaturas. Además, en el primer cuarto de siglo, esto es, entre los años 2011 y 2040, el calentamiento que se dará, será de mayor envergadura que entre los años 2041 y 2070.

La distribución territorial de los distintos valores de temperatura indica que las zonas más montañosas permanecerán más frescas. En el caso de las temperaturas mínimas, el calentamiento es por lo general más reducido que en las máximas, aunque es especialmente fuerte en las zonas orientales de la provincia de Badajoz.

Al igual que para las temperaturas máximas y mínimas, se ha evaluado la evolución de las precipitaciones acumuladas anuales para los promedios de los periodos 2011-2040 y 2041-2070. En ambos periodos, bajo el escenario A2, se prevé una reducción de las precipitaciones especialmente patente en las regiones montañosas de Extremadura. La reducción en las precipitaciones será también más fuerte en el primer periodo del siglo, siendo casi nula en el periodo 2041-2070.

Ante las previsiones de cambio en las condiciones ambientales, las principales opciones paliativas van encaminadas a la optimización del uso del agua, gestión de la demanda, la mejora del sistema de recursos hidráulicos y su gestión, en particular del agua subterránea; y al aumento de los recursos no convencionales, cosecha de agua de lluvia o rocío, trasvases entre cuencas, desalación y reutilización.

La variación de los recursos hídricos a consecuencia del cambio climático está condicionada por la influencia de otros sectores también afectados por el cambio climático. A su vez los cambios que se producen en los recursos hídricos afectarán a muchos otros sectores de una forma importante, siendo clara y notable en los ecosistemas acuáticos y continentales, en la biodiversidad animal y vegetal, en los sectores agrícola, forestal, energético y turístico, en la salud humana y en los riesgos naturales de origen climático.

La disminución de recursos hídricos incide en un gran número de sectores, cuya regulación se lleva a cabo mediante la definición de políticas concretas. El cambio implicará necesariamente la remodelación y redefinición de nuevas políticas como la científica tecnológica, hidráulica, energética, agrícola, medioambiental y planificación del territorio.

Ante el cambio climático se perfilan como importantes y necesarias las investigaciones tendentes a mejorar las previsiones de precipitaciones y temperaturas y su distribución espacial y temporal; las que permitan a definir métodos de generación de series de datos climáticos basadas en los escenarios; las que propicien mejores y más fiables métodos de evaluación de evaporaciones y evapotranspiraciones, interceptación y reserva de agua utilizable por las plantas, las destinadas a conocer con mas fiabilidad la recarga de acuíferos y el desarrollo de modelos para automatización de cálculo de aportaciones y modelos de gestión en cuencas (Moreno *et al.*, 2005).

Las dos Cuencas Hidrográficas fundamentales en Extremadura son las del Guadiana y la del Tajo, y ambas recorren varias Comunidades Autónomas

### **Demarcación Hidrográfica del Guadiana**

La Demarcación limita con las Cuencas del Tajo al Norte, Júcar al Este y Guadalquivir al Sur, siendo su perímetro máximo de 2.165 Km., que encierra una superficie de 55.514 Km<sup>2</sup>. Al oeste continúa el Guadiana en Portugal lindando con el río Sado y el Mira, y al sur con las Cuencas del Algarbe; así como con el ámbito complementario de los ríos Tinto, Odiel y Piedras al sur.

Sus límites se reparten entre las provincias de Albacete, Cuenca, Ciudad Real, Toledo, Córdoba, Badajoz, Cáceres y Huelva. Las provincias de Ciudad Real y Badajoz suponen la mayor parte del territorio de la Cuenca aproximándose al 75% de su extensión total (gráfico 7.15). En las restantes provincias, sólo una pequeña parte de las mismas queda integrada en la Cuenca Hidrográfica del Guadiana y, de ellas, únicamente la provincia de Cuenca es limítrofe directa con el río principal. Las provincias restantes son realmente periféricas y forman el contorno montañoso de escasa altitud que desde las divisorias de aguas descienden hacia el eje central formado por las provincias mencionadas que constituyen sustancialmente el ámbito de la cuenca del Guadiana.

El clima de la Cuenca Hidrográfica del Guadiana es de tipo mediterráneo-continental. Su característica principal es la existencia de una estación seca bien definida y oscilaciones térmicas muy marcadas. La precipitación media anual está en torno a los 550 mm.



Gráfico. 7.15. Demarcación Cuenca Hidrográfica Guadiana (Confederación Hidrográfica del Guadiana).

Las precipitaciones no se distribuyen homogéneamente sobre la cuenca. Se observa que éstas varían desde los 350 mm de la parte central de la provincia de Castilla La Mancha, en estrecha relación con la escasa altitud del borde oriental de la cuenca, hasta los más de 1.000 mm de la comarca de Villuercas y la cabecera del río Múrtigas, en la parte Norte de la provincia de Huelva.

La variación, sin embargo, no se realiza de una forma progresiva y en sentido Este-Oeste, dada la marcada influencia atlántica que padece la cuenca, sino que existe una gran banda, que llega desde la cabecera de la cuenca hasta el mismo Badajoz, extendiéndose por el Sur hasta alcanzar la divisoria de la cuenca del Guadiana, con valores de precipitación entre 400 y 600 mm/año. La humedad absoluta media se sitúa en el rango de los 8 a 10 g/m<sup>3</sup>.

En consecuencia, las condiciones climáticas de la cuenca se caracterizan por las escasas precipitaciones y las altas temperaturas estivales, que conllevan a severos estiajes.

La demarcación está formada por 473 municipios, y en su conjunto es un territorio con un alto grado de ruralidad, ya que el 95% de sus municipios son rurales. No todas las actividades de la demarcación hacen un uso importante del agua, siendo los sectores con más participación, el abastecimiento de agua, el sector agropecuario y el industrial. El uso del abastecimiento urbano supone el 5,25% de la demanda total de agua de la Demarcación. En el uso agrícola, la demanda de agua para el regadío es cuantitativamente la más importante de la Demarcación, llegando a suponer en los momentos actuales un 92,61% de la solicitud total de agua.

Para usos industriales, la demanda es poco importante, 1,01%, dentro del ámbito territorial de la Demarcación. Las industrias con demandas de agua más elevadas dentro de todo el ámbito, cuentan con tomas independientes en los cauces de los ríos o se abastecen mediante tomas realizadas en los grandes canales que suministran agua a las Zonas Regables de iniciativa propia (Gráfico 7.16).

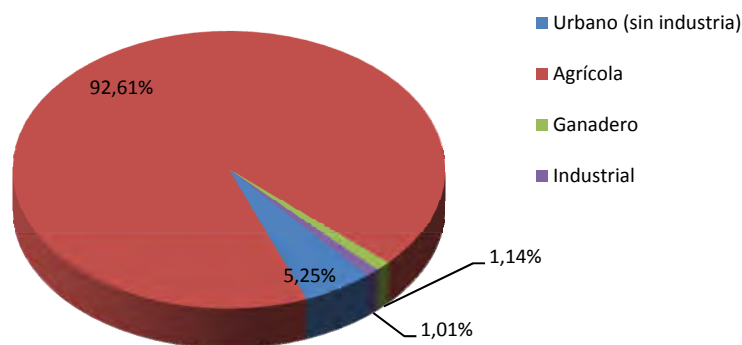


Gráfico 7.16. Distribución de recursos consuntivos en la Demarcación Hidrográfica Guadiana.

(Estudio general sobre la Demarcación Hidrográfica del Guadiana. Ministerio de Medio Ambiente. Confederación hidrográfica del Guadiana, en adelante Estudio General sobre la Demarcación Hidrográfica del Guadiana).

Bajo estas perspectivas, para el horizonte 2030, considerando dos escenarios, con un aumento de 1 °C en la temperatura media anual y otro con disminución de un 5% en la precipitación media anual, son esperables disminuciones medias de aportaciones hídricas en España, en régimen natural, entre un 5% y un 14%. En la Demarcación del Guadiana se espera una disminución de aproximadamente el 11% en los dos escenarios.

Para el horizonte de 2060 y con escenario de 2,5 °C de elevación de las temperaturas y un 8% de disminución de las precipitaciones, se prevé una reducción global de los recursos hídricos del 17% como media de la Península, junto a un aumento de la variabilidad interanual de los mismos, que serán mayores en la mitad sur de España.

Por último, cabe resaltar que en la estimación de recursos hídricos a consecuencia del posible cambio climático existen incertidumbres inherentes tanto a los datos de base, como al proceso de generación de recursos, siendo los primeros de mayor importancia relativa. Los escenarios presentan incertidumbres en referencia a la distribución espacial y temporal de la precipitación, el comportamiento del uso y cubierta del suelo y la recarga de acuíferos y las limitaciones de los modelos de simulación (Estudio General sobre la Demarcación Hidrográfica del Guadiana).

### **Demarcación Hidrográfica del Tajo**

La Demarcación Hidrográfica del Tajo comprende el territorio de la cuenca hidrográfica del Tajo. La parte española de la Demarcación limita con las demarcaciones del Duero al norte, Ebro y Júcar al este y Guadiana al sur, siendo la superficie de 55.645 km<sup>2</sup>. Al oeste continúa la cuenca del Tajo en Portugal (Demarcación Hidrográfica “Tejo e Riberas do Oeste”) con una superficie de 28.033 km<sup>2</sup>, lindando con las cuencas “pequeñas ribeiras do Oeste”, “Lis”, “Mondego”, “Douro”, “Guadiana” y “Sado”.

La parte española de la Demarcación se extiende por cinco Comunidades Autónomas: Extremadura, Madrid, Castilla y León, Aragón y Castilla-La Mancha, que totalizan 11 provincias: Badajoz, Cáceres, Madrid, Salamanca, Ávila, Soria, Teruel, Guadalajara, Toledo, Cuenca y Ciudad Real (gráfico 7.17). Además, cuatro capitales de provincia se asientan dentro de la cuenca (Cáceres, Madrid, Guadalajara y Toledo). La Comunidad Autónoma que mayor extensión ocupa en esta Demarcación es Castilla-La Mancha, seguida de Extremadura.





Gráfico. 7.17. Demarcación Hidrográfica del Tajo (Confederación Hidrográfica del Tajo).

Los recursos superficiales disponibles en la cuenca del Tajo, considerando la media de 1940-2006, ascienden a 11.908 hm<sup>3</sup>/año.

Los principales rasgos climáticos, geológicos, de uso del suelo e hidrográficos definen el marco físico y biótico. En la Demarcación el tipo de clima existente es el mediterráneo-continental. Su característica principal es la existencia de una estación seca bien definida y oscilaciones térmicas muy marcadas, lo que genera escasas precipitaciones y altas temperaturas estivales que conllevan severos estiajes.

La pluviometría determina situaciones muy diferenciadas debido a la altitud. Los valores más altos corresponden a los bordes montañosos occidentales mientras que los mínimos se registran en el entorno de la ciudad de Toledo con un valor inferior a 400 mm. La precipitación media anual, considerando la serie 1940-2006, es de 648 mm (Esquema provisional de temas importantes: PARTE ESPAÑOLA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO; MARM, 2008, en adelante Esquema provisional, 2008).

Los usos y demandas del agua, incluyen el abastecimiento a poblaciones, regadíos y usos agrarios, usos industriales para producción de energía eléctrica, otros usos industriales, acuicultura, usos recreativos, navegación y transporte acuático.

El abastecimiento de población o demanda urbana incluye los servicios de agua a los usuarios domésticos, industriales, institucionales y de servicios conectados a la red de distribución municipal. En toda la Demarcación del Tajo oscila en torno a los 786 hm<sup>3</sup> anuales, constituyendo un porcentaje aproximado del 30% del total de la demanda consuntiva. De ésta demanda, se estima un retorno al medio hídrico como recurso disponible para otros usos de 629 hm<sup>3</sup> de la demanda total.

La demanda de agua para uso agrario comprende la agrícola, forestal y ganadera. La solicitud media para uso agrícola asciende a unos 1.686 hm<sup>3</sup> representando el 66,26% del total de la demanda, con un 92% (1.552 hm<sup>3</sup>) de origen superficial y un 8% (135 hm<sup>3</sup>) de origen subterráneo. Los sistemas de regadío utilizados son de aspersión, localizado y por gravedad con una eficiencia global del 70%. Los retornos de la demanda agrícola están estimados en 279 hm<sup>3</sup>. La demanda forestal no es significativa en la cuenca del Tajo.

Resulta, por tanto, que la principal solicitud de agua en la Demarcación es la del sector agrario. La previsión actual sobre la evolución futura de las mismas es de un crecimiento moderado, en torno a un 6,36% para el 2015. Éste requerimiento tiene una fuerte estacionalidad, concentrándose en más del 75% entre los meses de junio y septiembre. La demanda urbana es la siguiente en importancia con un volumen en torno a la mitad de la solicitud para fines agrarios. En este caso no existe un efecto importante de estacionalidad, manteniéndose un consumo sensiblemente estable a lo largo del tiempo (Gráfico 7.18).

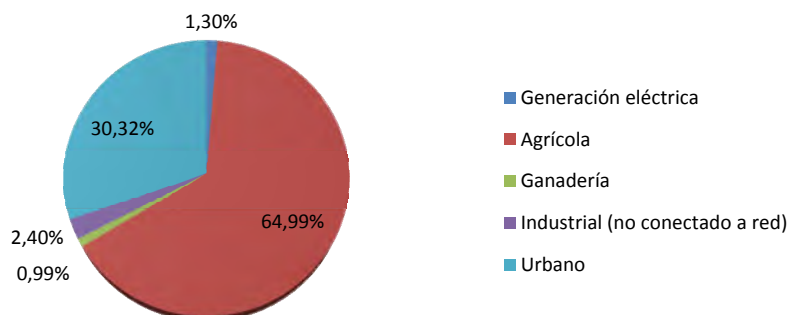


Gráfico 7.18. Demandas de agua en la Demarcación Hidrográfica del Tajo.

Ambas Demarcaciones son pues las que abastecen la demanda de agua en Extremadura, y la satisfacción de ésta depende de que su ciclo hidrológico refleje un balance positivo entre los aportes y los usos del agua. Por ello, se han evaluado los distintos valores de precipitaciones medias por demarcaciones extraídas mediante sistemas integrados para la modelación del proceso de precipitación aportación (SIMPA), y que reflejan unas precipitaciones media mensual para la Demarcación Hidrográfica del Guadiana de 522,60 mm y para la Demarcación Hidrográfica del Tajo de 594,34 mm correspondiente al año 2008 (Tabla 7.13).

Tabla 7.13. Registro de datos de precipitaciones anuales medias por Demarcaciones en el periodo 2000-2008.

Fecha registro	TAJO	GUADIANA
2000	648,93	497,09
2001	630,78	583,03
2002	674,74	507,79
2003	699,93	569,01
2004	566,14	524,64
2005	368,03	255,19
2006	665,32	562,03
2007	511,22	458,68
2008	594,34	522,6

Los datos referentes a la evapotranspiración media por demarcación extraída del modelo SIMPA, refleja un valor medio de 443,42 mm para la Demarcación Hidrográfica del Guadiana para el año 2008 y de 449,17 mm para la Demarcación Hidrográfica del Tajo (Tabla 7.14).

Tabla 7.14. Evapotranspiración media de las Demarcaciones del Guadiana y del Tajo (2008)

Fecha registro	TAJO	GUADIANA
2000	425,73	393,71
2001	483,4	479,72
2002	455,98	433,27
2003	454,4	425,92
2004	495,82	506,91
2005	295,53	243,07
2006	440,84	421,73
2007	519,91	509,95
2008	449,17	443,42

Resulta de especial interés disponer datos referentes a la escorrentía ya que este factor influye de manera notable en las aportaciones de agua para sus posteriores aprovechamientos (Tabla 7.15).

**Tabla 7.15 Registro de valores de escorrentías de la Demarcaciones para el período 2000-2008.**

Fecha registro	TAJO	GUADIANA
2000	171,16	75,25
2001	259,5	145,46
2002	133,21	51,07
2003	237,98	112,66
2004	145,14	112,08
2005	59,04	14,17
2006	176,04	72,27
2007	97,27	50,37
2008	101,8	30,57

Bajo esta perspectiva, de variaciones en las precipitaciones y diferentes escorrentías a lo largo del período, la situación de los embalses de las distintas cuencas refleja un volumen de agua embalsada en la cuenca del Tajo de 6.942 hm<sup>3</sup>, es decir, la cuenca se sitúa al 63,06% de su capacidad y para la cuenca del Guadiana dispone de 6.898 hm<sup>3</sup> almacenados que se corresponde, con un 79,93% de su capacidad (Tabla 7.16 y 7.17). (Libro digital del Agua).

**Tabla 7.16. Situación de la Cuenca del Tajo. Embalses (2008).**

Pantano	Provincia	Capacidad (hm <sup>3</sup> )	Embalsada (hm <sup>3</sup> )
ALCANTARA	CÁCERES	3.160	2.697
BAÑOS	CÁCERES	41	32
BORBOLLÓN	CÁCERES	88	47
CÁCERES-GUADILoba	CÁCERES	20	13
CEDILLO	CÁCERES	260	251
GABRIEL Y GALÁN	CÁCERES	911	422
GUIJO DE GRANADILLA	CÁCERES	13	11
JERTE-PLASENCIA	CÁCERES	59	41
PORTAJE	CÁCERES	23	17
RIVERA DE GATA	CÁCERES	49	21
SALOR	CÁCERES	14	9
TORREJÓN	CÁCERES	188	169
VALDECAÑAS	CÁCERES	1.446	550
VALDEOBISPO	CÁCERES	53	50

**Tabla 7.17. Situación de la Cuenca del Guadiana. Embalses.**

Pantano	Provincia	Capacidad (hm <sup>3</sup> )	Embalsada (hm <sup>3</sup> )
ALANGE	BADAJOS	852	636
BOQUERÓN	BADAJOS	6	5
BROVALES	BADAJOS	7	5
CANCHO DEL FRESNO	CÁCERES	15	13
CÍJARA	BADAJOS	1.505	1.184
CORNALVO	BADAJOS	11	2
CUBILAR	CÁCERES	10	3

Tabla 7.17. Situación de la Cuenca del Guadiana. Embalses.

Pantano	Provincia	Capacidad (hm <sup>3</sup> )	Embalsada (hm <sup>3</sup> )
EL AGUIJÓN	BADAJOS	11	10
GARCÍA DE SOLA	BADAJOS	554	271
GARGÁLIGAS	BADAJOS	21	10
HORNO TEJERO	BADAJOS	24	22
LA SERENA	BADAJOS	3.219	2.726
LLERENA	BADAJOS	9	9
LOS CANCHALES	BADAJOS	26	21
LOS MOLINOS	BADAJOS	34	32
MONTIJO	BADAJOS	11	11
NOGALES	BADAJOS	15	14
ORELLANA	BADAJOS	808	696
PROSERPINA	BADAJOS	4	4
RUECAS	CÁCERES	44	36
SIERRA BRAVA	CÁCERES	233	172
TENTUDIA	BADAJOS	5	4
VALUENGO	BADAJOS	20	16
VILLAR DEL REY	BADAJOS	131	99
ZUJAR	BADAJOS	309	289

## 7.5. Efectos del cambio climático sobre los recursos y aprovechamientos relacionados con el sector hídrico

El sector hídrico y todas las afecciones que presenten derivadas del cambio climático, se verán adicionalmente influenciadas por otros sectores de actividad en los que el agua desempeña un papel fundamental. Todos los ámbitos de aplicación que tengan relación con los usos del suelo y la cobertura vegetal influirán en el nivel de generación de escorrentías, así el aumento de las masas forestales disminuye la intensidad de las crecidas y consigue niveles de regularidad de las escorrentías. La generación, o destrucción de los suelos para distintos usos condiciona la capacidad de retención de estos y como consecuencia las cantidades de agua están supeditadas al proceso de evapotranspiración. Las especies vegetales, sus necesidades de agua y las características de los suelos donde se asientan condicionan el balance de agua y la generación de aportaciones.

La flora, la fauna y todos los seres vivos dependen del agua para poder subsistir, de esta forma la calidad, la cantidad y la disponibilidad determinarán de forma inevitable el desarrollo de los ecosistemas terrestres.

Las zonas húmedas albergan una variada fauna cuyo mantenimiento depende de las masas de agua que las constituyen, y de las fuentes naturales de suministro. La biodiversidad tanto vegetal como animal está sujeta a la presencia del agua para su normal desarrollo.

El sector agrícola es uno de los que más repercusión directa presenta, tal es así que se riegan tres millones de hectáreas cuadradas con aguas superficiales y un millón con aguas subterráneas, a nivel nacional. La disminución de las precipitaciones agravará el déficit de agua para riego, por lo que la garantía de este uso se verá disminuida.

El sector energético se verá también condicionado por la disponibilidad del agua, tanto para la producción de energía hidroeléctrica como para la refrigeración de las centrales que así lo precisen.

Adicionalmente la salud humana está estrechamente vinculada con la calidad y la cantidad de agua disponible para el consumo humano (Moreno et al., 2005).

## 7.6. El papel del sector hídrico en la emisión de gases de efecto invernadero

Los ríos incorporan carbono biológico diluido en partículas a partir de los sistemas terrestres que desecan, y lo van procesando a lo largo de su recorrido. Los embalses, por su parte, son ríos adaptados en los que se aumenta la sección hidráulica y el tiempo de estancia del agua, lo que conlleva cambios importantes en su desarrollo como ecosistemas. El metabolismo del

carbono varía su comportamiento. En sistemas en los que la componente heterotrófica tiene mucho peso, los ríos tienden más a soltar gases con efecto invernadero que a retenerlos, por el contrario los embalses en función de que su comportamiento sea más o menos fluvial puede presentar una respuesta más variable (Palau y Alonso, 2008).

Adicionalmente debe tenerse en cuenta el papel que desempeña el flujo de carbono de los humedales en el cómputo global del balance de las emisiones de los gases. Así pues, en muchos humedales, especialmente los boreales y tropicales, el carbono es muy lábil y puede liberarse si desciende el nivel de agua o la gestión provoca la oxidación de los suelos. En segundo lugar, la entrada de dióxido de carbono en un sistema de humedales es a través de la fotosíntesis vegetal. En tercer lugar, en los humedales es frecuente la captura de sedimentos ricos en carbono y la liberación de carbono disuelto en los ecosistemas adyacentes.

Las directrices del IPCC incluyen en la categoría de humedales las tierras cubiertas o saturadas de agua durante todo o parte del año, y que no pueden clasificarse como terrenos forestales, cultivos, pastizales o terrenos urbanos.

De este modo los humedales constituyen un sumidero potencial de carbono en la atmósfera, pero si no se gestionan adecuadamente, se convierten en una fuente de gases de efecto invernadero. Sin embargo, existen importantes lagunas de conocimiento en cuanto a la cuantificación almacenado en ellos, así como su potencial de captación de carbono (García *et al.*, 2010).

Las balsas agrícolas, incluidas en la subcategoría de embalses, tendrán una elevada capacidad de fijación de carbono. De este modo, las balsas agrícolas captarían de 20 a 50 veces más CO<sub>2</sub> por hectárea que los terrenos forestales (Downing *et al.*, 2008), han calculado que las balsas agrícolas secuestran unos 150 millones de t C año<sup>-1</sup>, una cantidad similar a la que se acumula en los sedimentos oceánicos y cerca de una tercera parte de la cantidad de CO<sub>2</sub> que, a su vez, los ríos transportan al océano. Este proceso se produce por la actividad fotosintética de las algas y las plantas y porque, una vez muertas, el carbono queda almacenado en los sedimentos (García *et al.*, 2010).

Los embalses anegan ecosistemas geológicos, lo que significa que al menos en los periodos iniciales disponen de gran cantidad de materia orgánica que va metabolizando. En la primera fase, las emisiones de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> son más elevadas. Pasada esta primera fase, el embalse alcanza su situación de estabilización y disminuye la emisión de gases con efecto invernadero a los niveles propios de otros sistemas acuáticos naturales similares.



Gráfico 7.19. Embalse de Alange (Badajoz)

En términos de equilibrio de carbono de efecto invernadero, en los pantanos hay que analizar también cómo influye la sustitución del ecosistema terrestre por el acuoso. Cuando el río se embalsa pasa de ser un sistema turbio, rico en oxígeno, a un sistema estratificado y estático. Las comunidades biológicas, que en las aguas se desarrollan sobre los sustratos sumergidos, en las balsas de agua están formadas prácticamente, por plancton. De este modo, el embalse es más favorable al secuestro de CO<sub>2</sub> que el río porque el fitoplancton con su capacidad fijadora de carbono, cuando sedimenta, lo transporta hacia fondos en los que puede quedar retirado del ciclo. En los ríos, por el contrario, existe gran cantidad de oxígeno y, tanto la materia orgánica generada como la que obtiene de la cuenca, es más simple oxidarla a CO<sub>2</sub> que retornarla a la atmósfera.

Cabe destacar que no todos los pantanos y ríos se comportan de la misma forma en lo que a equilibrio de gases con efecto invernadero se refiere. Componentes como el clima, la localización de la cuenca, y las características hidromorfológicas, sin olvidar la gestión hidráulica son factores determinantes para el comportamiento de los ríos y embalses.

La ubicación del embalse en la cuenca determina la cantidad de material orgánico que le puede llegar. Los embalses situados en los inicios de los ríos poseen cuencas de poca extensión e hipotéticamente con menos cantidad de carbono para oxidar, sin embargo en zonas muy boscosas la aportación de biomasa al embalse puede ser importante y ocasionando turbulencias con mayor volumen de emisión de CH<sub>4</sub> respecto al CO<sub>2</sub>, es decir, con mayor posibilidad de generar gases de efecto invernadero. A medida que los embalses se sitúan en zonas más bajas aumenta la probabilidad de contribuciones externas de materia biológica, procedente de las comunidades naturales lo que incrementaría el metabolismo heterotrófico y su potencial de emisión de gases con efecto invernadero.

El sistema hidrológico, unido al volumen del embalse, define el índice de renovación de agua. Conforme disminuye se fomenta el crecimiento del fitoplancton e implica una tendencia a la fijación del CO<sub>2</sub> por las masas de agua embalsada.

La gestión del agua también influye en el índice de renovación del agua embalsada, en las variaciones de cota y en la selección de la profundidad de procedencia de las aguas salientes. Cuanto menos acusado sea el tiempo que el agua queda retenida en el embalse, menor será la actividad y aumentará la emisión de CO<sub>2</sub>; por otro lado, también disminuirá la posibilidad de retención de carbono por sedimentación de materia orgánica e inorgánica. Las variaciones de cota suponen cambios en el fondo del embalse; cuando es menor, las zonas de escasa concentración de oxígeno, reciben más oxígeno disuelto y pueden establecerse situaciones oxidantes e incluso algunas áreas anegadas pueden secarse, con lo que se origina la oxidación hasta CO<sub>2</sub> del carbono orgánico acumulado.

Por último, la liberación de agua en los embalses suelen llevarse a cabo desde niveles más bajos, donde las aguas son más ricas en carbono orgánico, que al pasar a condiciones más oxidantes río abajo liberan CO<sub>2</sub> a la atmósfera. También pueden salir CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de estas aguas profundas por desgasificación (Palau y Alonso, 2008).

Los embalses a diferencia de los ríos o lagos, situados estos en cuenca hidrogeomorfológicamente en equilibrio, sufren la deposición continua de sedimentos debido a la inexistente circulación del agua. Los sedimentos que llegan con el río van asentándose en el fondo y enterrando la materia orgánica sedimentada, y el carbono. Así, el índice de aterramiento es el factor definitivo a tener en cuenta en el balance del carbono en los pantanos y embalses (Palau y Alonso, 2008).

## 8. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR ENERGÉTICO

Desde el origen del hombre, la energía ha constituido un elemento esencial para su desarrollo. A partir de la Revolución Industrial la relación entre el consumo de energía y el crecimiento económico se hizo más patente. Actualmente, en el ámbito europeo todos los estados miembros se enfrentan a los retos del cambio climático, la dependencia creciente a fuentes externas de energía, el aumento de los precios y la seguridad del suministro (Libro Verde, 2007).

Las actuaciones para la adaptación al cambio climático tienen que contemplarse desde una doble vertiente: por una parte, la prevención del riesgo de los fenómenos climáticos extremos y sus efectos; por otra, la aplicación de medidas para minimizar los efectos en los sectores socioeconómicos y los ecosistemas más susceptibles de ser afectados por el cambio climático.

Partiendo de estas premisas de cambio y considerando que la energía es la responsable de un 80% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la UE y constituye la causa fundamental del cambio climático y de la contaminación de la atmósfera, la UE se ha comprometido a luchar contra todo ello mediante la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la UE y en el mundo, a un nivel que limitaría a 2 °C el incremento de la temperatura. En base a todo ello, las políticas energéticas actualmente vigentes en la UE no son sostenibles. Por tanto el punto de partida de la política energética europea es triple, luchar contra el cambio climático, limitar la vulnerabilidad exterior de la UE frente a la importación de hidrocarburos, y promover el crecimiento y el empleo, garantizando así una energía a buen precio y de abastecimiento seguro en beneficio del consumidor (Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo y al Parlamento Europeo. Una política energética para Europa, 2007, en adelante COM, (2007), 1 final).

Las redes energéticas europeas son las arterias de las que toda la Unión Europea depende para abastecerse del combustible necesario para los hogares, negocios y actividades recreativas. En base a ello y con objeto de dar respuesta al triple objetivo de seguridad, abastecimiento y autoabastecimiento y eficacia energética, la política energética de la UE ha establecido una serie de metas para el 2020, tales como la reducción de un 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero, una cuota de un 20% para las energías renovables en el consumo total de energía de la UE, y el aumento de un 20% de la eficiencia energética, compromiso que ha sido formalizado mediante el paquete legislativo Energía- Clima (Libro Verde, 2007).

España es un país con una dependencia energética muy alta. Hasta el año 2005, el crecimiento del consumo de electricidad era claramente superior a la media europea y también el de energía primaria, aunque partiendo de valores inferiores a los medios en Europa. El potencial para nuevas instalaciones hidroeléctricas, cuya potencia sea superior a los 10MW, está prácticamente agotado. La energía nuclear cuenta con una considerable oposición pública, y además, el uranio que se emplea en las centrales españolas se compra y se enriquece en el extranjero. Por su parte, se dispone de unos abundantes recursos renovables en energía solar, eólica y biomasa que se están desarrollando muy activamente, y que comienzan a tener una participación representativa en el mix energético nacional.

Por su situación geográfica y sus características socioeconómicas, España es un país muy vulnerable al cambio climático. Conscientes de esta amenaza, se están realizando sustanciales esfuerzos a nivel nacional en la lucha contra el cambio climático a través de acciones de mitigación, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero, y de medidas de adaptación. Si bien, la política de mitigación requiere una respuesta conjunta a nivel global, las medidas de adaptación deben ser definidas e implementadas a nivel nacional o subregional, pues los impactos y las vulnerabilidades son específicos de cada lugar.

La adaptación es el mecanismo de respuesta para minimizar los impactos derivados del cambio climático y explotar las oportunidades que surgen. Por su propia naturaleza, requiere de una estrategia a medio o largo plazo de forma sostenida, específica para cada sector o sistema. Por tanto, resulta esencial enfocar las políticas y medidas de adaptación con un horizonte temporal adecuado y dotarlas de suficiente flexibilidad como para incorporar los avances en materia de proyecciones climáticas.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (OECC, 2006), es el marco general de referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en España, y proporciona la estructura global donde se integran las diferentes evaluaciones de los sectores, los sistemas y las regiones.

Bajo un escenario de incremento de temperaturas y disminución de precipitaciones, se prevé un ascenso de la demanda eléctrica que deberá cubrirse sin recurrir a energía hidráulica, pues ésta será especialmente vulnerable. Ya que, la proyectada disminución de precipitaciones afectará a la estructura de la oferta de hidroelectricidad, así como a determinadas centrales térmicas y nucleares refrigeradas en circuito abierto.

Únicamente la energía solar, en sus diversas formas, se vería beneficiada por el plausible incremento de las horas de insolación. Caso de producirse un aumento de los episodios de viento fuerte, podrían darse crecimientos en la producción de electricidad de origen eólico.

Ante estas previsiones han sido proyectadas una serie de medidas, actividades y líneas de trabajo para las evaluaciones de impactos, vulnerabilidad y adaptación relativas al sector industrial y energético que se llevarán a cabo en el desarrollo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, entre las que destacan

- Cartografía de las potencialidades climáticas, positivas y negativas, de las regiones de España para la producción de energías renovables
- Efectos de los escenarios hidrológicos proyectados para el siglo XXI sobre los sistemas de producción energética
- Incidencia de las condiciones de temperaturas proyectadas por los escenarios climáticos para el siglo XXI sobre los sistemas de producción energética dependientes de refrigeración por aire
- Efecto del cambio climático sobre la demanda de energía en España, a nivel regional y por sectores económicos (OECC, 2006)

De acuerdo con el marco de referencia nacional, la Estrategia de Cambio Climático para Extremadura 2009-2012 se define con el objetivo de alcanzar una región desarrollada económicamente y, comprometida en la lucha mundial contra el cambio climático en la dimensión que le es propia en la vanguardia de las energías renovables, con un peso del sector industrial similar al de la media nacional y una población sensibilizada y pro-activa, así como con un sector empresarial activo e innovador que aprovecha las oportunidades derivadas del nuevo marco global. De esta manera, se compatibiliza el desarrollo económico, con el desarrollo social y ambiental, avanzando hacia soluciones innovadoras y con la capacidad de configurarse como agente tractor y región pionera en la lucha contra el cambio climático.

En base a todo ello, en lo que al sector energético se refiere desde la Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente en colaboración con la Agencia Extremeña de la Energía ya se están realizando los primeros pasos para el desarrollo de actuaciones en este ámbito (Tabla 8.1).

Tabla 8.1. Actuaciones previstas en la Comunidad Autónoma para combatir el Cambio climático (Pérez *et al.*, 2010).

#### Actuaciones previstas en Extremadura

Campañas de sensibilización y formación a favor del ahorro energético y las energías renovables
Búsqueda y difusión de las tecnologías energéticas más eficientes
Apoyo a la realización de auditorías energéticas y a la investigación en materia de eficiencia energética
Asistencia técnica en materia energética a empresas, instituciones y público en general
Elaboración de estudios y del balance energético a escala regional
Colaboración tecnológica con socios internacionales y otras agencias
Ayudas a las energías renovables para autoconsumo

## 8.1. El sector energético en Extremadura

El sector energético representa un papel fundamental en Extremadura desde los puntos de vista económico y social. En este ámbito, la **producción de energía eléctrica en la Comunidad Autónoma de Extremadura** alcanzó los 16.316 GWh en el año 2009, de los cuales 14.186 GWh proceden de la central nuclear de Almaraz, 1.123 GWh de las centrales hidroeléctricas en régimen ordinario y 1.007 GWh provienen de producción en régimen especial (Gráfico 8.1).



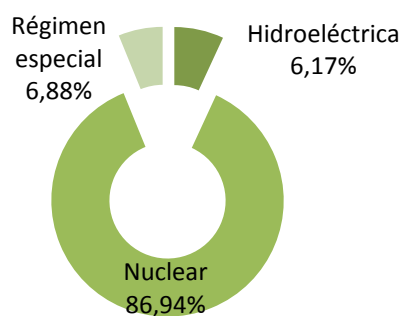


Gráfico 8.1. Reparto de producción de energía eléctrica en Extremadura en el año 2009 (Informe del sistema eléctrico 2009. (Red Eléctrica España, 2010).

El régimen especial de producción de energía eléctrica es aquel que, como complemento al régimen ordinario, se aplica a la evacuación de energía eléctrica a las redes de distribución y transporte procedente del tratamiento de residuos, biomasa, hidráulica, eólica, solar y cogeneración.

#### **Producción de energía eléctrica en régimen ordinario en Extremadura**

La **potencia instalada de energía eléctrica** procedente de centrales hidroeléctricas, en **régimen ordinario**, fue igual a 2.257,39 MW en el año 2008 en Extremadura y en ella participaron trece estaciones (Tabla 8.2).

Tabla 8.2. Producción de energía eléctrica en régimen ordinario en Extremadura en el año 2008 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2009).

CENTRAL	Potencia instalada (MW)
CH TORREJÓN	130,86
CH JOSÉ MARÍA ORIOL	953,32
CH CEDILLO	495,18
CH GABRIEL Y GALÁN	11,40
CH GUIJO DE GRANADILLA	52,21
CH VALDECAÑAS	247,17
CH VALDEOBISPOS	39,40
CÍJARA M.D.	50,40
CÍJARA M.I.	51,70
ORELLANA	22,20
PUERTO PEÑA	55,59
ZÚJAR	28,36
LA SERENA	21,10
<b>TOTAL</b>	<b>2.257,39</b>

En cuanto a las centrales nucleares, está Almaraz con dos grupos de 984 y 973 MW, con una potencia total instalada de 1.957 MW (Tabla 8.3). En el año 2009, la producción de energía eléctrica en la central nuclear de Almaraz se redujo un 11,9% con respecto al 2008.

Tabla 8.3. Potencia instalada en centrales nucleares y centrales hidroeléctricas en la Comunidad Autónoma de Extremadura en el año 2008 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2009).

CENTRALES	Potencia instalada (MW)
Centrales hidroeléctricas	2.257,39
Central nuclear de Almaraz	1.957,00
<b>TOTAL</b>	<b>4.214,39</b>

La panorámica de Extremadura, vista desde la perspectiva de instalaciones nucleares e hidráulicas, refleja una situación de producción energética que abarca en su mayor parte la zona norte de la Comunidad (Gráfico 8.2).

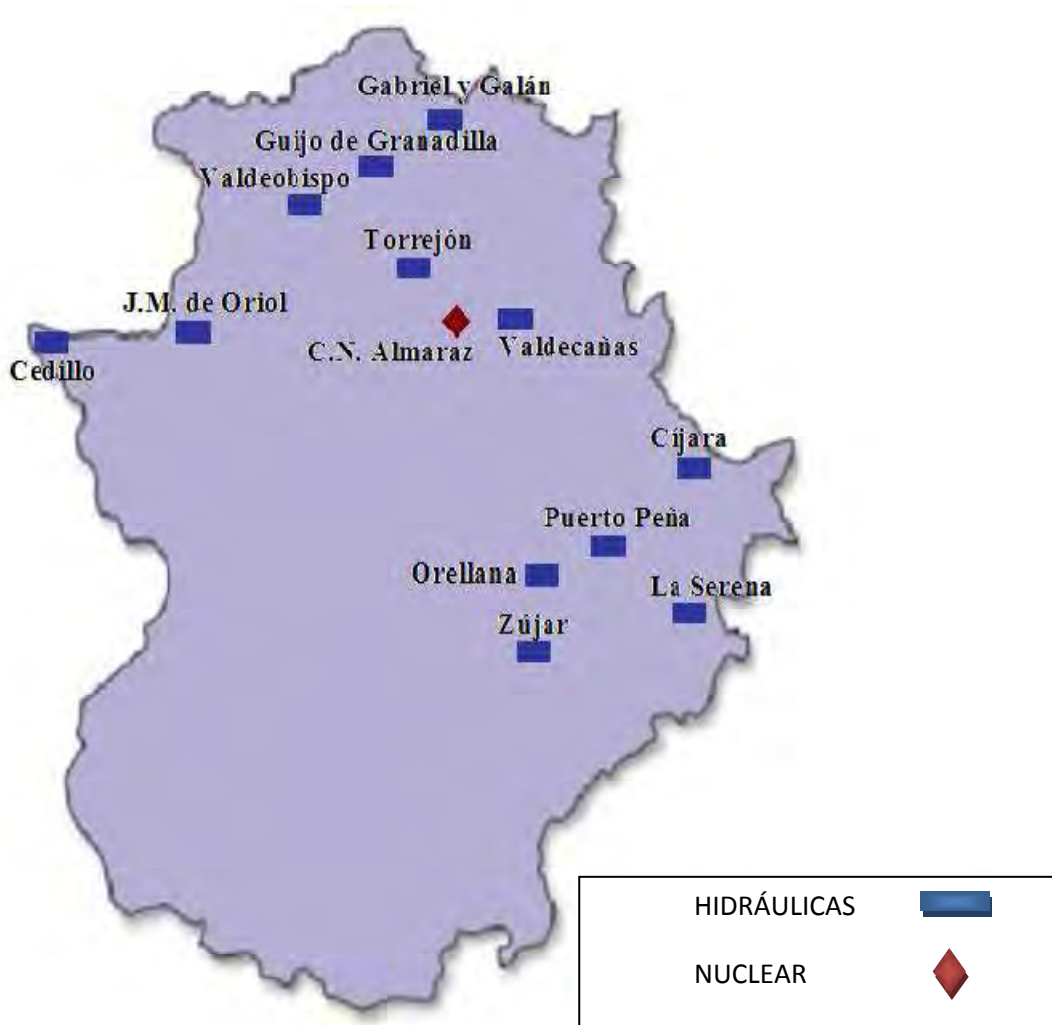


Gráfico 8.2. Mapa de situación de las centrales de producción de energía eléctrica en régimen ordinario en Extremadura (Agencia Extremeña de la Energía, 2009).

### Producción de energía eléctrica en régimen especial en Extremadura

Durante el año 2008, la Comunidad extremeña presentaba 364 centros de producción de energía eléctrica en régimen especial, de los que 306 se corresponden con instalaciones fotovoltaicas (Gráfico 8.3).

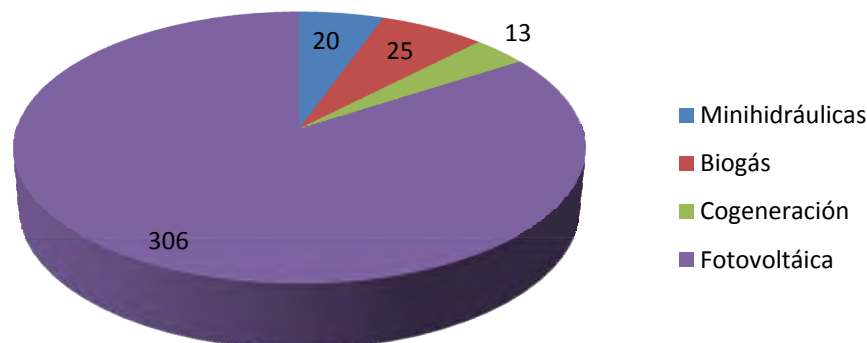


Gráfico 8.3. Distribución por tecnologías de la producción de energía eléctrica en Extremadura en el año 2008 (Comisión Nacional de la Energía, 2009).

En Extremadura existen varias empresas que disponen de sistemas de cogeneración, produciendo energía térmica y eléctrica que inyectan a la red, siendo la potencia total instalada de 13,43 MW (Tabla 8.4).

Tabla 8.4. Empresas con sistemas de cogeneración en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

INSTALACIONES	Potencia instalada (MW)
TABICESA	5,75
CERÁMICA SAN CRISTOBAL	0,59
TECNOLOGÍA Y ROBÓTICA	1,25
ONDUPAC S.A.	1,55
TROIL VEGAS ALTAS S.L.	4,29
<b>TOTAL</b>	<b>13,43</b>

### Potencia instalada en régimen especial y en fuentes de carácter renovable durante el año 2009

En el ámbito de la **producción de energía eléctrica en régimen especial, durante el año 2009** se han puesto en funcionamiento en la Comunidad extremeña dos instalaciones de cogeneración con una potencia total instalada de 9,10 MW. De biogás eléctrico, únicamente se ha montado una instalación con una potencia total de 800 kW y se han puesto en marcha asimismo, dos instalaciones termoeléctricas con una potencia de 99,90 MW.

Además de las instalaciones de régimen especial, en Extremadura se han llevado a cabo **otras de carácter renovable** en este mismo año 2009, tales como la fotovoltaica conectada, con una capacidad instalada de 554,90 kW, la fotovoltaica aislada, con una potencia de 27,11 kW o la biomasa térmica, con 0,12 tep instaladas, entre otras (Tabla 8.5).

**Tabla 8.5. Resumen de las instalaciones de energías renovables instaladas en Extremadura en el año 2009 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).**

ÁREA	Capacidad instalada en 2009	Unidad
Hidráulica (>10 MW)	0,00	MW
Minihidráulica (<10 MW)	0,00	MW
Eólica	0,00	MW
Fotovoltaica conectada	554,90	kW
Fotovoltaica aislada	27,11	kW
Biomasa eléctrica	0,00	MW
Biomasa térmica	0,12	tep
Biogás eléctrico	0,80	MW
Biogás térmico	0,00	tep
Biocombustibles	0,00	tep
Solar térmica baja temperatura	375,44	m <sup>2</sup>
Solar termoeléctrica	99,90	MW
Residuos sólidos urbanos	0,00	MW
Geotermia	0,00	tep
Cogeneración	9,10	MW

La potencia instalada del régimen especial durante el año 2009 en Extremadura ha aumentado un 13,6% respecto al 2008, mientras que a nivel nacional ha aumentado sólo un 10,7%. En la Comunidad, la mayor potencia instalada corresponde a la energía solar con 449 GWh, debido a sus características geográficas y ambientales; mientras que a nivel nacional se refiere a la energía eólica que alcanza los 18.865 GWh (Tabla 8.6).

**Tabla 8.6. Potencia instalada en régimen especial en Extremadura y en España en el año 2009 (Red Eléctrica de España, 2010).**

	EXTREMADURA (GWh)	ESPAÑA (GWh)
RENOVABLES	470	25.542
Hidráulica	20	1.974
Eólica	0	18.865
Otras renovables	450	4.702
Biomasa	1	718
Solar	449	3.625
Resto renovables	0	359
NO RENOVABLES	19	6.790
Calor residual	4	89
Carbón	0	44
Fuel/gasoil	0	1.040
Gas de refinería	0	178
Gas natural	16	5.439
<b>TOTAL 2009</b>	<b>489</b>	<b>32.332</b>
<b>TOTAL 2008</b>	<b>431</b>	<b>29.195</b>
<b>PORCENTAJE 09/08</b>	<b>13,6%</b>	<b>10,7%</b>

En Extremadura, debido a sus características geográficas y ambientales, existe un claro predominio de la energía solar, suponiendo ésta el 91,6% sobre el total de la potencia instalada en tecnologías de régimen especial en la región en el año 2009 (Gráfico 8.4).

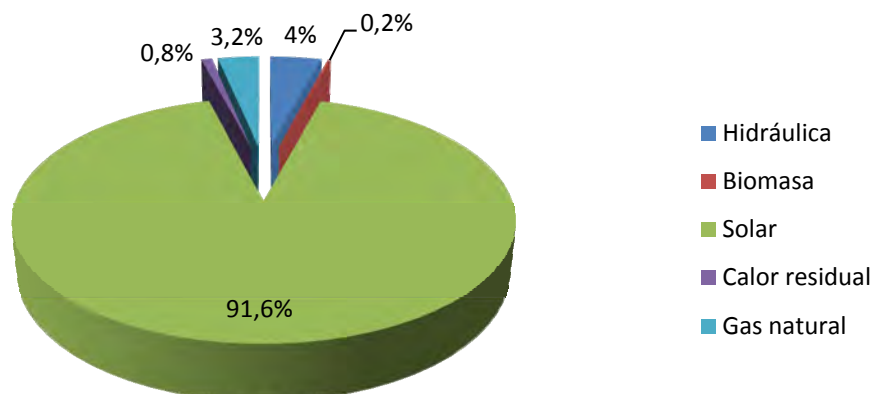


Gráfico 8.4. Distribución de la potencia instalada de régimen especial en Extremadura en el año 2009 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2010).

En segundo lugar, se encuentra la energía hidráulica con un 4% sobre el total de potencia instalada en régimen especial. Y dentro de las no renovables en este mismo régimen, aparecen el gas natural y el calor residual, con el 3,2% y el 0,8%, respectivamente (Gráfico 8.4).

#### Energía adquirida al régimen especial durante el año 2009

Al comparar la energía adquirida en régimen especial en la región, con el total nacional entre los años 2008 y 2009, se aprecia un aumento en la producción anual total en Extremadura del 164,4%, frente al 20,5% estatal. Esto viene provocado por el gran incremento en la producción de energía en régimen especial en la Comunidad en el último año, pasando de 381 GWh producidos en el 2008 a los 1.007 GWh del 2009 (Tabla 8.7), debido fundamentalmente a la contribución de la energía solar que ha pasado de 347 GWh en el año 2008 a 912 GWh en el 2009.

Tabla 8.7. Energía adquirida al régimen especial en Extremadura y en España en el año 2009 (Red Eléctrica de España, 2010).

	EXTREMADURA (GWh)	ESPAÑA (GWh)
RENOVABLES	945	54.531
Hidráulica	31	5.483
Eólica	0	36.991
Otras renovables	914	12.057
Biomasa	2	2.528
Solar	912	7.110
Resto renovables	0	2.418
NO RENOVABLES	62	27.407
Calor residual	1	30
Carbón	0	99
Fuel/Gasoil	0	3.078
Gas de refinería	0	381
Gas natural	61	23.819
<b>TOTAL 2009</b>	<b>1.007</b>	<b>81.938</b>
<b>TOTAL 2010</b>	<b>381</b>	<b>67.997</b>
<b>PORCENTAJE 09/08</b>	<b>164,4%</b>	<b>20,5%</b>

**Consumo energético en Extremadura**

El consumo de energía eléctrica en Extremadura ha experimentado un incremento anual medio superior al 5%, en el periodo comprendido entre los años 2004-2008, alcanzando los 5.191 GWh en 2008, frente a los 4.191 GWh consumidos en el año 2004 (Gráfico 8.5).

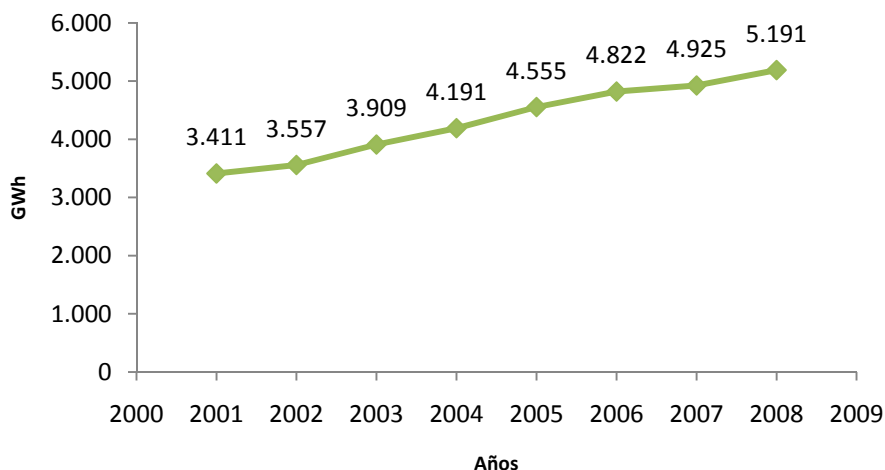


Gráfico 8.5. Evolución del consumo de energía eléctrica en Extremadura, expresado en GWh, en el periodo 2001-2008 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2009).

Analizando el crecimiento demográfico en la región en los últimos años, se observa un incremento continuado, pasando de 1.075.286 habitantes en el año 2004 a 1.097.044 en el 2008; lo cual, referido a la evolución anual del consumo de energía eléctrica por habitante en Extremadura supone un consumo de 4,73 MWh por habitante y año en el año 2008, frente a los 3,18 MWh por habitante y año del 2001 (Gráfico 8.6).



Gráfico 8.6. Evolución del consumo de energía eléctrica por habitante y año en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2009).

Los datos apuntan a una evolución ascendente en el consumo de energía eléctrica por habitante. Sin embargo, la tendencia se modera en los últimos años. En el 2008, se incrementó un 4,66%, frente a 9,81% del año 2003.

En definitiva, Extremadura es una región autosuficiente y predominantemente exportadora de energía hacia otras zonas del territorio nacional, ya que la Comunidad consume significativamente menos de lo que produce. En el año 2008, el consumo eléctrico regional representó el 30% del total generado y las energías renovables aportaron el 10% de la producción. Este porcentaje ha subido hasta prácticamente el 13% en el año 2009 en la Comunidad extremeña.

El **consumo energético final** que se basa principalmente en el uso de combustibles fósiles y en menor medida de la electricidad, alcanzó los 1.772,39 ktep en Extremadura en el año 2008. Y con respecto a la distribución del mismo por fuentes, cabe destacar que las gasolinas y gasóleos suponen en la Comunidad el 60% del total (Gráfico 8.7), participación ésta muy parecida a registrada en el conjunto de España, donde alcanza el 56,6%, según los datos recogidos en el Informe de Sostenibilidad en España 2009 (OSE, 2010). El uso intensivo de sistemas de calefacción y el transporte asociado a vehículos a motor son los máximos responsables del elevado consumo de gasolinas y gasóleos.

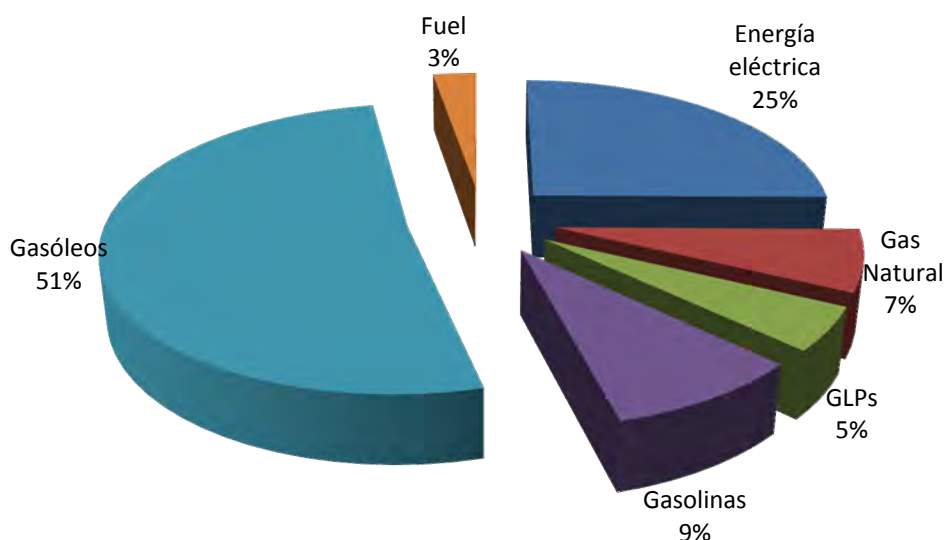


Gráfico 8.7. Consumo energético en Extremadura expresado en kteps, en el año 2008 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2009).

La electricidad representa la cuarta parte del total de energía consumida en Extremadura y el gas natural va escalando posiciones de tal modo que sería factible que se convirtiera en la fuente mayoritaria. Los datos a nivel nacional son similares; la electricidad supuso el 21% en el 2008 en tanto que el gas natural alcanzó el 16,4%, siendo el que mayor tasa de crecimiento registró con respecto al año anterior.

En cuanto a la **distribución por sectores económicos del consumo energético final**, se aprecia que en la región es el sector terciario el mayor consumidor de energía final, con un 45% sobre el total (Gráfico 8.8).

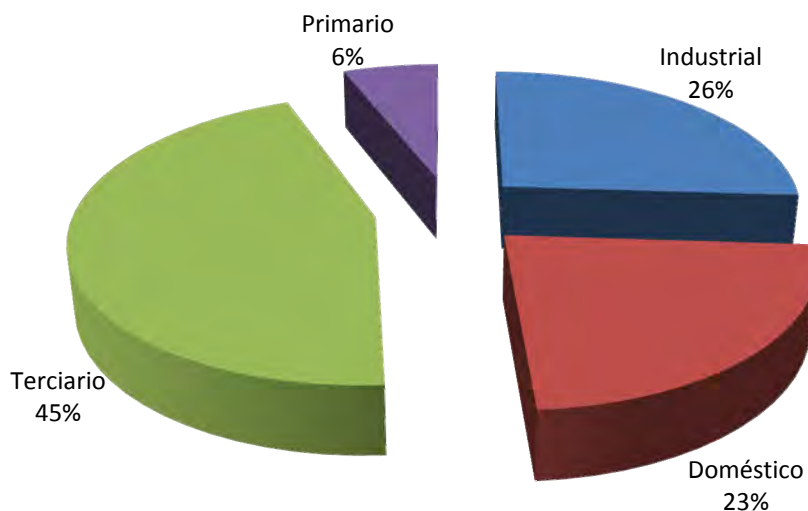


Gráfico 8.8. Distribución porcentual del consumo energético regional por sectores económicos en el año 2007 (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2009).

Según los datos del Informe Resumen Anual del Boletín Estadístico de Hidrocarburos 2008, último informe publicado por la Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos (CORES) en el año 2009, en Extremadura se alcanzaron los 57.586 clientes de **gas natural** en 2008 y de acuerdo con los datos de consumo facilitados por las empresas distribuidoras, éste se incrementó un 15,88% con respecto al año anterior (Gráfico 8.9), debido en gran medida al aumento del número de suministros y siguiendo la misma tendencia que en el resto del territorio español, donde el crecimiento fue del 10,9%.

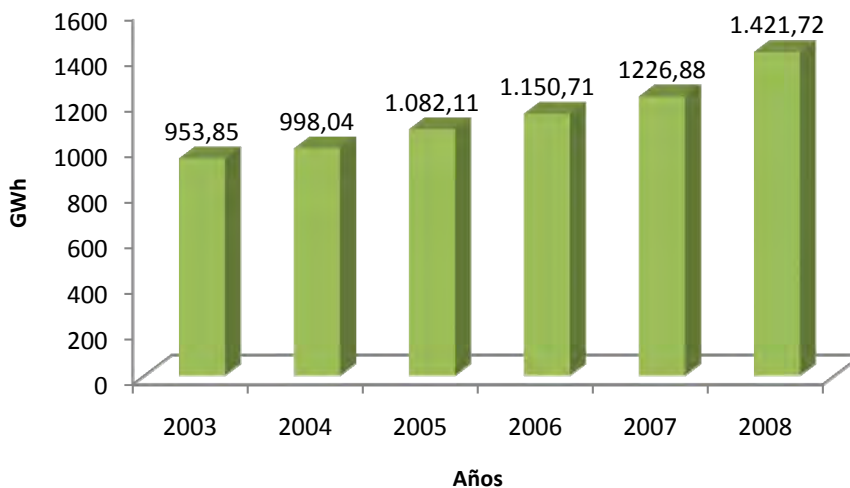


Gráfico 8.9. Evolución del consumo de gas natural en Extremadura en GWh en el periodo 2003-2008 (CORES, 2009).

No obstante, la región es la decimoquinta Comunidad por consumo de gas natural y representa tan sólo el 0,29% del volumen global de España.



La evolución del **consumo de gasolinas y gasóleos** en la región indica que las gasolinas están siendo sustituidas, en general, por el gasóleo. Éste ha experimentado un incremento mucho menor en el año 2008, 0,11% con respecto al 2007, que el observado en el periodo anterior, que se situó en el 8%. Mientras tanto, las gasolinas se mantienen estables en cuanto al descenso de su consumo (Gráfico 8.10).

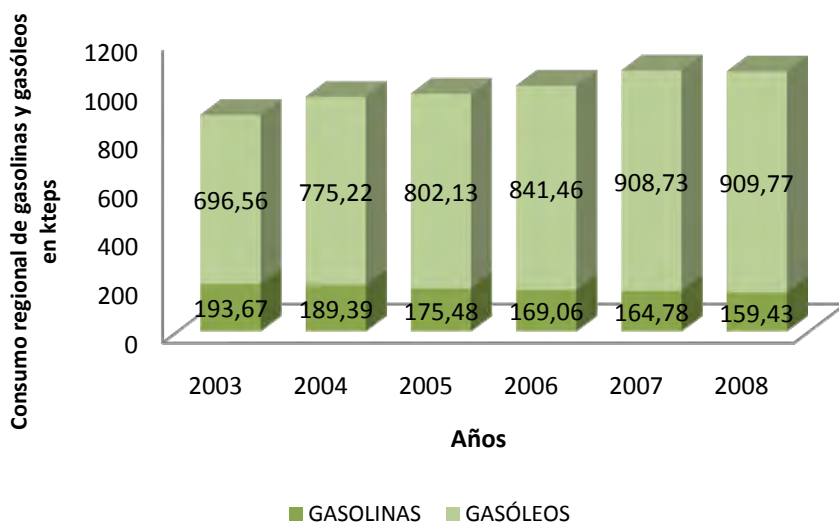


Gráfico 8.10. Evolución del consumo regional de gasolinas y gasóleos, expresado en kteps (CORES, 2009).

En el primer trimestre del año 2009 se ha producido una disminución en el consumo regional de gasolinas y gasóleos del 7%, pero se espera que a partir del 2011 continúe la tendencia alcista.

Se ha producido asimismo una bajada en torno al 5% en la región en el año 2008 en el **consumo de gases licuados del petróleo (GLPs)**; 3,9% a nivel nacional, situándose en 86,15 ktep en la Comunidad de Extremadura en ese año (Gráfico 8.11).



Gráfico 8.11. Evolución del consumo regional de GLPs en ktep (CORES, 2009).

Referente al **consumo de fuel** en Extremadura, decreció un 18,30% en el 2008 con respecto al 2007, año en el que su evolución también había sido negativa, -6,18% (Gráfico 8.12). En el acumulado del año a nivel nacional, el consumo de fuelóleos disminuyó un 0,9%, debido a la disminución de la actividad industrial y de la economía en general.

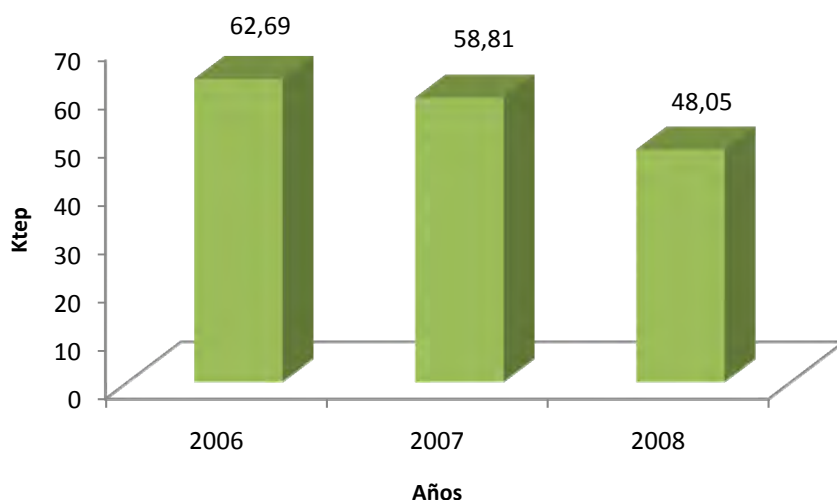
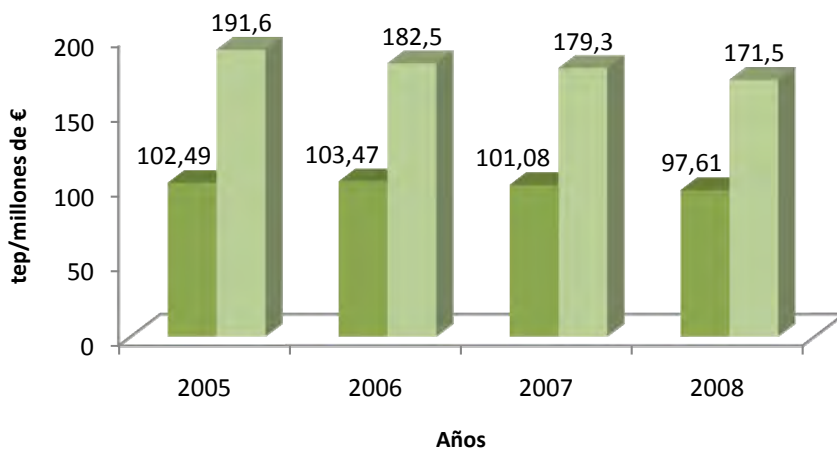


Gráfico 8.12. Evolución del consumo regional de fuel en ktep (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, MITC, 2009).

En resumen, el consumo regional de productos petrolíferos ha ido en aumento en los últimos años, observándose un estancamiento entre el 2006-2008.

**La intensidad energética**, o relación entre el consumo de energía final de un país o región y su Producto Interior Bruto (PIB), tanto en España como en Extremadura, ha experimentado acusados aumentos anuales, pero se empieza a percibir un cambio en esta tendencia (Gráfico 8.13).



■ Intensidad energética Extremadura    ■ Intensidad energética España

Gráfico 8.13. Evolución de la intensidad energética en Extremadura y en España en el periodo 2005-2008 (MITC, 2009 y Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2009).

La intensidad energética es un indicador que refleja la eficiencia energética de un país. Una evolución creciente del mismo sugiere un menor consumo de energía para generar cada unidad de riqueza, lo cual se interpreta como un incremento en la eficiencia energética global.

Desde el año 2004, se ha venido observando en España un descenso sostenido de este indicador, un 11,7% menos entre 2004 y 2008 (Gráfico 8.13). En Extremadura el incremento del consumo de energía primaria estuvo acompañado de un crecimiento económico del 4,7%, lo que dio como resultado un mantenimiento de la intensidad energética por unidad de PIB. Esto es indicativo de que el crecimiento económico empieza a desvincularse del consumo de energía.

Los datos publicados por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC) en la presentación del Balance Energético 2009 señalan que la intensidad energética de la economía española cayó un 3,6% en el año 2009, lo cual confirma el descenso de la misma por quinto año consecutivo.

## 8.2. Impactos del cambio climático sobre el sector energético

En el sector energético, el cambio climático va a tener un efecto directo tanto en la oferta como en la demanda de energía. El impacto previsto del cambio climático sobre las precipitaciones y el deshielo de los glaciares va a hacer que la producción de energía hidráulica disminuya, así como el potencial para ciertos cultivos energéticos. También se prevé menos precipitaciones y que se produzcan olas de calor, lo cual influirá de manera negativa en la refrigeración de las centrales térmicas. Caerá la demanda de calefacción pero aumentará la de refrigeración en verano, y el impacto de los fenómenos climáticos extremos afectarán en particular a la distribución de la electricidad (Libro blanco, 2009).

Europa necesita intervenir urgentemente, y de forma concertada, para conseguir una energía sostenible, segura y competitiva. El mapa de radiación solar lo refleja, ya que es necesario explotar de modo sostenible la materia prima gratuita procedente de la naturaleza, que no es otra que el Sol, la forma de producir energía más limpia y sostenible que podemos desarrollar (Gráfico 8.14).

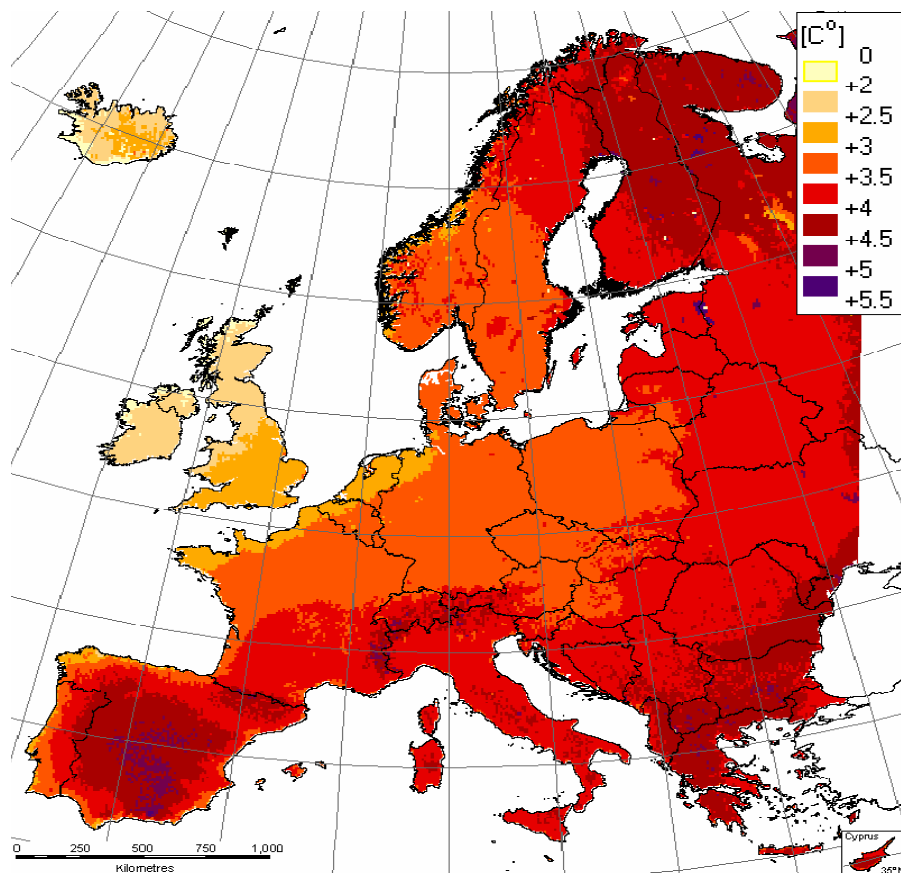


Gráfico 8.14. Mapa europeo de evaluación de la temperatura media anual (Libro Verde, 2007).

En España se prevé que los aumentos más significativos, de hasta 5,5 °C, se produzcan en el centro de la península manteniéndose el resto dentro del ascenso comprendido entre los 3,5 °C-4,5 °C. En Europa los ascensos de temperaturas se mantendrán en torno a los 4 °C.

Los principales impactos debidos a los efectos del cambio climáticos, se verán reflejados en las demandas y ofertas de la producción de energía eléctrica de diferentes formas (Tabla 8.8).

Tabla 8.8. Principales impactos debidos al cambio climático en el sector energético.

Variación de la temperatura	Incremento de la demanda de electricidad en verano
	Posibles cortes de suministro eléctrico
	Descenso de la demanda de calefacción en invierno
Variación del ciclo de las precipitaciones	Disminución de la producción de energía eléctrica
	Reducción de los campos de cultivos energéticos
Fenómenos climáticos extremos	Influencia negativa en la refrigeración de las centrales térmicas
	Devastación de zonas de población urbanas y de campos de cultivo
	Riesgo de muerte tanto en las personas como en la población animal

### Incremento de temperatura

Entre los impactos esperables debido al aumento de la temperatura, está el aumento de la demanda de consumo en los meses de verano, lo cual provocará de modo irrevocable cortes en el suministro eléctrico. Pero no sólo la demanda se ve afectada por las variaciones térmicas, la generación de electricidad es asimismo sensible, en mayor o menor medida, a las oscilaciones climatológicas. Del mismo modo, el efecto que la temperatura tiene en las centrales térmicas y nucleares, así como en las de cogeneración, solar térmica de alta temperatura y en la biomasa, se verá reflejado en una pérdida de rendimiento.

En el caso de las instalaciones fotovoltaicas y de la solar térmica, el problema más importante que afrontan actualmente estas instalaciones es la disipación del calor. El rendimiento de las células disminuye con la temperatura. Otro efecto adverso para este tipo de instalaciones es la aparición de vientos fuertes, los cuales producen arrastre de polvo que a su vez provocan el ensuciamiento de paneles y helióstatos, llegando a tener que dejar de operar.

La energía eólica se ve perjudicada con situaciones de estabilidad térmica, anticiclones en invierno o en verano, y con episodios de extrema inestabilidad asociadas a vientos muy fuertes.

El transporte y la distribución de energía eléctrica son muy sensibles a las condiciones climáticas. La temperatura del aire influye en la capacidad de transporte de las líneas de alta tensión.

En cuanto a las energías renovables de uso no eléctrico, muestran una sensibilidad clara a las condiciones climáticas. La energía solar térmica de baja temperatura depende, lógicamente, de la insolación recibida, y la biomasa muestra características zonales y ciclos estacionales en función tanto del tipo de suelo como de la disponibilidad de agua.

En los últimos años se ha registrado un incremento sostenido en la producción de energía eléctrica. Hay variaciones en el origen de la fuente, así, la energía nuclear, las centrales de carbón y fuel/gas han disminuido su aportación en el mix energético como consecuencia de la parada de diversos grupos. Por el contrario, la generación debida a las centrales de ciclo combinado ha pasado a ser la más importante correspondiendo con la puesta en funcionamiento de gran número de ellas (*Moreno et al., 2005*).

A nivel nacional la producción de energía eléctrica se corresponde con una evolución progresiva para poder satisfacer la demanda que existe en todos los sectores de actividad (Tabla 8.9).

Tabla 8.9. Producción nacional bruta de energía eléctrica (MWh) (Red Eléctrica Española, 2009).

	2007 (MWh)	2008 (MWh)	2009 (MWh)
<b>Hidráulica</b>	25.164.529,5	19.010.268,2	25.259.635,9
<b>Nuclear</b>	53.119.368,6	57.032.307,0	51.064.541,4
<b>Carbón</b>	69.711.757,9	43.517.205,3	31.102.513,5
<b>Fuel+Gas</b>	3.180.255,2	2.073.419,0	2.327.333,6
<b>Ciclo Combinado</b>	54.122.964,8	83.447.138,0	63.352.889,2
<b>Régimen Especial</b>	57.719.209,5	66.484.426,5	83.045.158,5
<b>Total</b>	<b>263.018.085,5</b>	<b>271.564.764,0</b>	<b>256.152.072,1</b>

Esta producción, en cualquier caso, debe satisfacer la demanda de la sociedad española que a lo largo del 2008, se situó en 279.868 GWh, un 1% superior a 2007, siendo este el crecimiento más bajo desde 1993 (Gráfico 8.15).

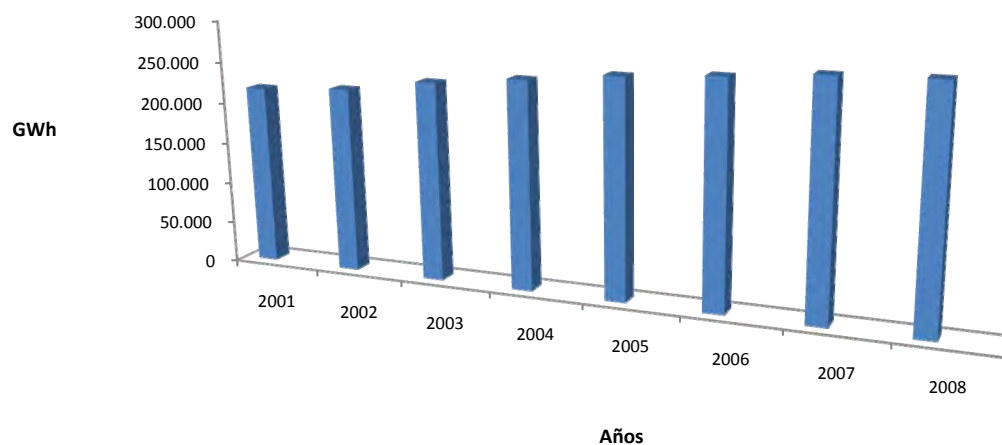


Gráfico 8.15. Evolución nacional de la demanda de energía eléctrica (GWh) (Red Eléctrica Española, 2009).

### Cambios en el patrón de precipitaciones

Según las proyecciones, las pérdidas de masa generalizadas de los glaciares y las reducciones de la cubierta de nieve de los últimos decenios se acelerarían durante el siglo XXI, disminuyendo así la disponibilidad de agua y el potencial hidroeléctrico.

Los cambios en la precipitación y la temperatura inducen cambios de la escorrentía y de la disponibilidad de agua. En España, el cambio climático, provocará el aumento de la temperatura y, la disminución de la precipitación, que causará una reducción de aportaciones hídricas y un crecimiento de la demanda en los sistemas de regadío.

Los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos no sólo dependen de las aportaciones procedentes del ciclo hidrológico, sino que es el sistema de recursos hidráulicos disponible y la forma de gestionarlo, un factor determinante de la suficiencia o escasez de agua frente a la demanda de la sociedad.

El cambio climático ha tenido ya una influencia notable sobre muchos sistemas físicos y biológicos en todo el mundo. Este fenómeno dificultará aún más el acceso al agua potable. En el último siglo, Europa experimentó un calentamiento de casi 1 °C más rápido que la media mundial. Una atmósfera más cálida contiene más vapor de agua, pero los nuevos regímenes pluviométricos varían enormemente de una región a otra. Las precipitaciones y nevadas han aumentado de forma considerable en el norte de Europa, mientras que las sequías son más frecuentes en el sur.

Unas condiciones climáticas cambiantes van a afectar al sector de la energía y a las pautas de consumo energético de diversas formas, en concreto, en las regiones donde se reduzcan las precipitaciones, o en las que los veranos secos sean cada vez más

frecuentes, disminuirá el flujo de agua para la refrigeración de centrales térmicas y nucleares, y para la producción de energía hidroeléctrica. La capacidad de refrigeración del agua también va a verse mermada como consecuencia del calentamiento general.

Los regímenes fluviales van a alterarse debido a la modificación de los regímenes pluviométricos, y en las zonas de montaña, por la disminución de la cubierta de hielo y nieve. El aterramiento de embalses para centrales hidroeléctricas puede acelerarse por un mayor riesgo de erosión (Libro Verde, 2007).

Dentro de la región mediterránea, la Península Ibérica será una de las zonas que se verán más afectadas por el cambio climático, por el aumento de la temperatura y por la una reducción de las precipitaciones y, principalmente, a su reparto estacional. Los científicos creen además, que aumentará la frecuencia y la severidad de las sequías, similares a las observadas en 2003 y 2005. Frecuentemente, la temporalidad en la distribución de precipitaciones y temperaturas incide en la generación de recursos hídricos con mayor entidad que los mismos valores medios de estos parámetros (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008. Plan Demarcación Hidrográfica del Tajo, 2008, en adelante Plan Demarcación Hidrográfica del Tajo, 2008).

### 8.3. Impactos específicos del cambio climático sobre el sector energético extremeño

Atendiendo a las curvas de oferta y demanda en Extremadura en los últimos años, y teniendo en cuenta que debido al incremento de la temperatura va a producirse un cambio importante en los comportamientos de actuación de usos de la electricidad, es conveniente empezar a plantearse el camino en aras de alcanzar un modelo de sostenibilidad ambiental, social y económica. En este proceso, el uso generalizado de las fuentes renovables constituye un pilar básico para el cambio.

El incremento de temperaturas proyectado para Extremadura tiene dos lecturas contradictorias en el desarrollo de la región. Por un lado se suavizan los inviernos, lo cual hace que el consumo de calefacción sea más moderado y, por el contrario, se sucederán grandes períodos de estíos en los que el consumo de electricidad se disparará, llevando de modo irrevocable a cortes en el suministro eléctrico en mayor o menor medida en el período del verano. Este aumento también afectará de forma notable al transporte de la electricidad debido a que las líneas de evacuación no son capaces de disipar el calor al aire, con la consiguiente sobrecarga de la red. Por el contrario, el hecho de que se eleven las temperaturas, unido a la disminución de las precipitaciones, hace que la incidencia de los días nublados tienda a ser menor, lo cual favorece la producción de energía eléctrica mediante recursos renovables.

En este sentido, en Extremadura la tendencia es que se dispongan alrededor de 1.200m<sup>2</sup>/año de instalaciones de energía solar térmica de baja temperatura, durante el período 2009-2012 como consecuencia de la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación, que posibilite un ahorro de combustibles para calderas de consumo de uso convencional.

En cuanto a las instalaciones solares fotovoltaicas, con fecha de octubre de 2010, hay instalados aproximadamente unos 435 MW, aunque se prevé alcanzar 520 MW en el 2012. Teniendo en cuenta las instalaciones con o sin seguimiento solar, el número de horas de producción de estas instalaciones es de unas 2.000 horas anuales, lo que supone inyectar a la red 870.000 MWh, que suponen unas emisiones evitadas de 304.500 t CO<sub>2</sub> eq anuales.

Las instalaciones solares termoeléctricas, actualmente, proporcionan una potencia instalada de 150 MW, con un funcionamiento de 3.000 horas anuales, que supone una producción eléctrica de 450.000 MWh, y que permiten que no se emitan 157.500 t CO<sub>2</sub> eq anuales.

Adicionalmente, las tecnologías de biogás y cogeneración no han adquirido mucha importancia en la región. Tal es así que la potencia instalada, entre ambas, no supera los 15 MW con un funcionamiento de 8.000 h anuales. Pese a ello, inyectan 45.000 MWh y aportan una reducción de emisiones evitadas correspondientes a 15.750 t CO<sub>2</sub> eq anuales (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2009).

La energía eólica, es una apuesta en alza, habiéndose registrado en Extremadura un número de solicitudes muy considerable, quedando una panorámica de solicitudes, bastante disgregada por toda la geografía de la región.

La gran perjudicada de los impactos como consecuencia del cambio climático será la producción de energía eléctrica mediante hidráulica, debido a la disminución de las precipitaciones previstas en un horizonte no muy lejano. Con todo ello, está previsto que se pueda llegar a 30 MW instalados, que suponiendo unas 1.000 h de funcionamiento anuales, producirían 30 GWh.

En conjunto, para el 2012 se prevé una producción bruta de energía eléctrica en régimen especial con fuentes renovables sobre el consumo final de energía eléctrica del 58,5% (Consejería de Industria, energía y Medio Ambiente, 2009) (Tabla 8.10).

Tabla 8.10. Previsión de producción bruta de energía en Extremadura (Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, 2009).

Régimen Especial	2011		2012	
	Producción (GWh)	Potencia (MW)	Producción (GWh)	Potencia (MW)
Fotovoltaica	960	480,00	1.040	520,00
Eólica	540	300,00	752	400,00
Termosolar	900	300,00	1.200	400,00
Biomasa	200	25,00	200	25,00
Minihidráulica	30	30,00	30	30,00
Biogás	46	8,00	46	8,00
Cogeneración	15	15,89	15	18,59
<b>TOTAL (GWh)</b>	<b>2.691</b>		<b>3.251</b>	

Como se ha comentado anteriormente, los Escenarios Regionalizados de Cambio Climático para Extremadura, muestran de modo generalizado un aumento progresivo de las temperaturas. La evolución de las temperaturas máximas y mínimas previstas en el siglo XXI, bajo estos escenarios, prevé un calentamiento generalizado en todo el territorio extremeño. Además, en el primer cuarto de siglo, esto es, entre los años 2011 y 2040, el calentamiento que se dará, será de mayor envergadura que entre los años 2041 y 2070 (Gráfico 8.16 y gráfico 8.17).

La distribución territorial de los distintos valores de temperatura indica que las zonas más montañosas permanecerán más frescas. En el caso de las temperaturas mínimas, el calentamiento es por lo general más reducido que en las máximas, aunque es especialmente fuerte en las zonas orientales de la provincia de Badajoz.

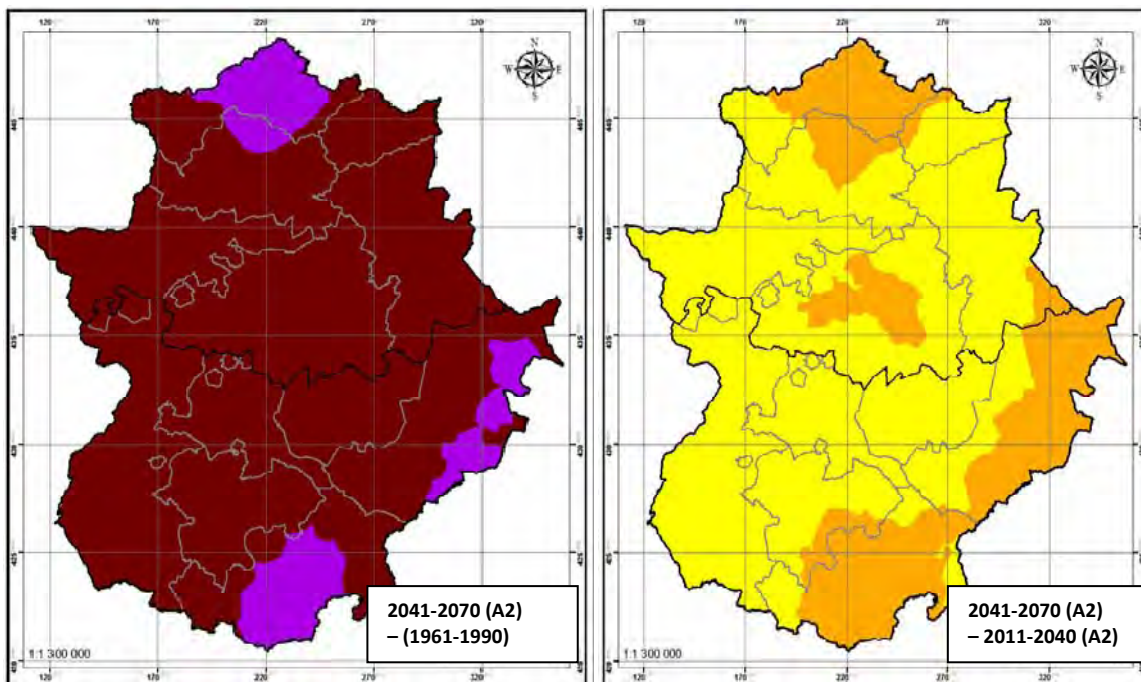
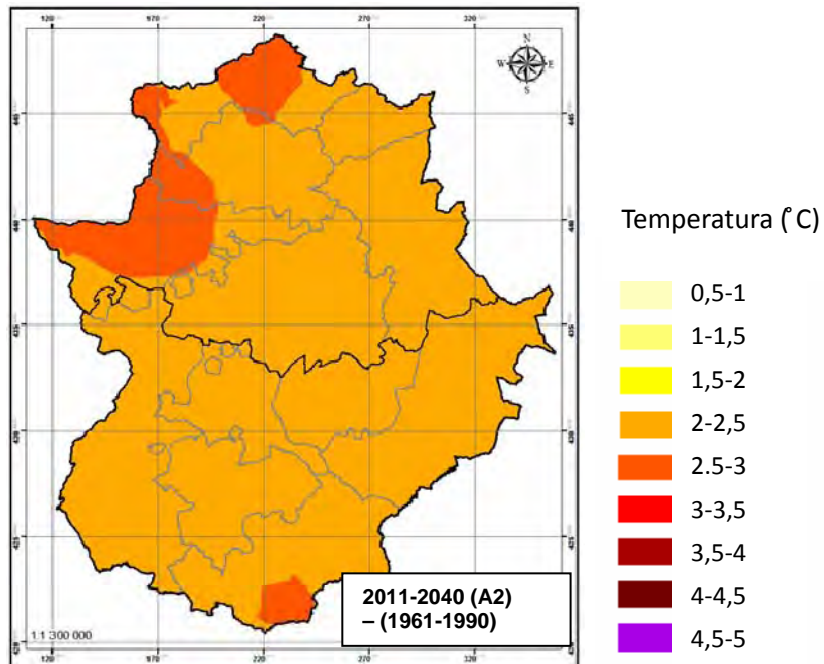


Gráfico 8.16. Aumento de la temperatura media anual de las máximas diarias calculada entre los promedios de los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070, según el escenario de emisiones A2.



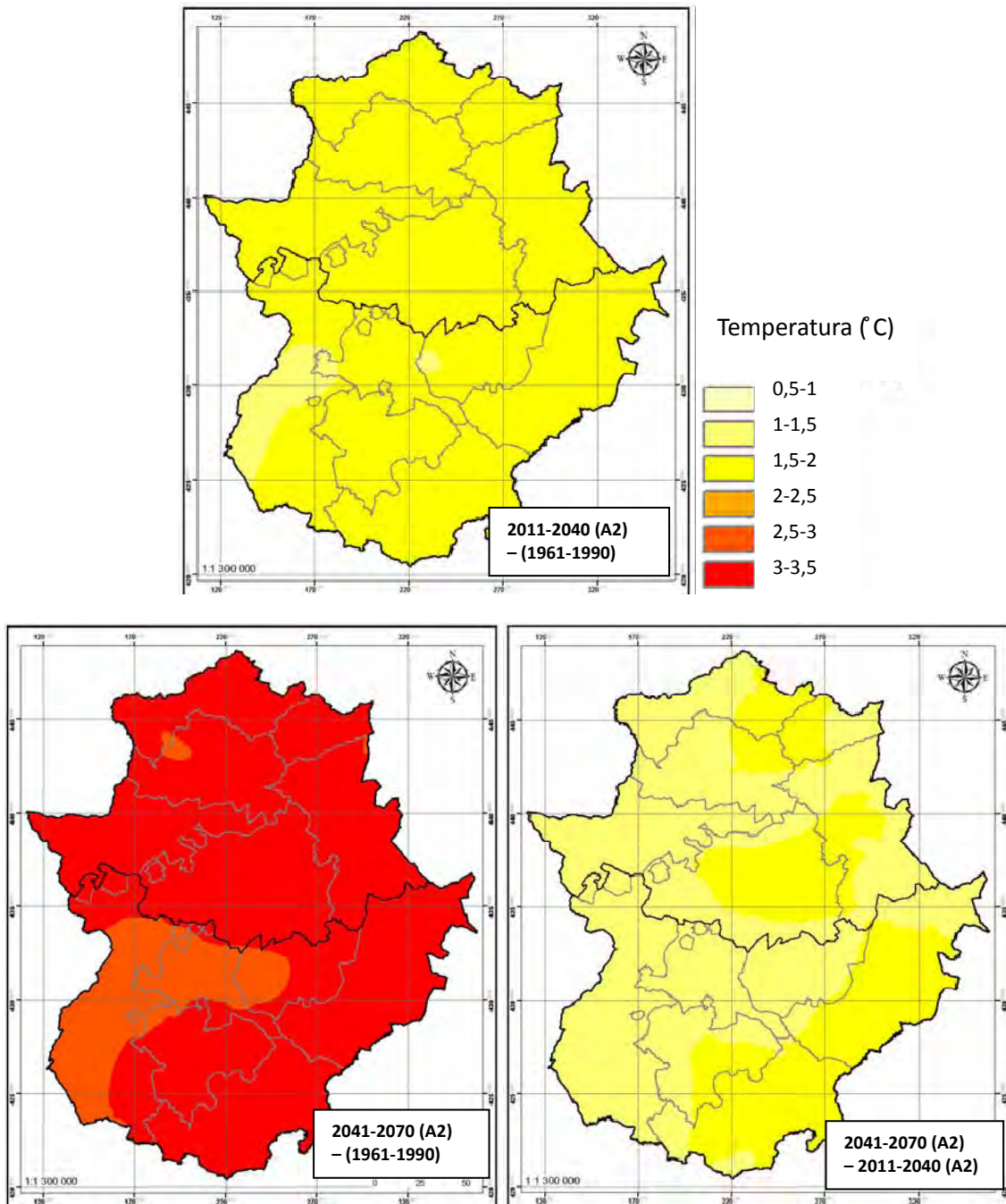


Gráfico 8.17. Aumento de la temperatura media anual de las mínimas diarias calculada entre los promedios de los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070.

Estos incrementos serán los causantes de los impactos por este fenómeno en la región, de modo que será necesario adaptar el consumo y la demanda eléctrica para asegurar el mantenimiento del desarrollo de la región.

Como se comentó en el capítulo dedicado a los recursos hídricos, Extremadura por su situación geográfica, pertenece principalmente a dos demarcaciones hidrográficas, tales como la Cuenca Hidrográfica del Guadiana y la del Tajo. Ambas comarcas son intercomunitarias, por lo que el efecto sufrido por cada zona variará dependiendo de la intensidad de los efectos en cada Comunidad Autónoma.

### **Demarcación Hidrográfica del Guadiana**

Las condiciones climáticas de la Cuenca Hidrográfica del Guadiana se caracterizan por las escasas precipitaciones y las altas temperaturas estivales que conllevan a severos estiajes.

Los usos del agua para la producción de energía eléctrica comprende la generación de energía hidroeléctrica, y la utilización en centrales térmicas, nucleares y termosolares y de biomasa, especialmente en refrigeración. La producción principal de energía eléctrica de la DH del Guadiana corresponde a centrales hidroeléctricas situadas principalmente en la zona media, que corresponde a los embalses de Cíjara, Puerto Peña, Orellana, La Serena y Zújar. El funcionamiento de este tipo de instalaciones se ve supeditado al régimen de desembalses para riegos, problema derivado de la prioridad de los usos y a la importancia económica y social que tiene la agricultura en el ámbito de estudio.

Las diferentes localidades integradas en la cuenca se reparten por las provincias castellano-manchegas de Albacete, Ciudad Real, Cuenca y Toledo, las extremeñas de Badajoz y Cáceres y las andaluzas de Córdoba y Huelva (Tabla 8.11).

**Tabla 8.11. Distribución de superficie de la Demarcación del Guadiana (Confederación Hidrográfica del Guadiana, 2010).**

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIE DE LA DEMARCACIÓN DEL GUADIANA				
COMUNIDAD AUTÓNOMA	PROVINCIA	SUPERFICIE (km <sup>2</sup> )	SUPERFICIE (%)	SUPERFICIE POR CCAA (%)
ANDALUCÍA	CÓRDOBA	2.747,271	4,95	10,12
	HUELVA	2.870,526	5,17	
CASTILLA LA MANCHA	ALBACETE	2.006,028	3,61	47,66
	CIUDAD-REAL	16.466,896	29,66	
	CUENCA	4.789,906	8,63	
	TOLEDO	3.199,840	5,76	
EXTREMADURA	BADAJOS	20.251,466	36,47	42,23
	CÁCERES	3.195,629	5,76	

La Demarcación Hidrográfica del Guadiana no se caracteriza por la importancia de sus aprovechamientos hidroeléctricos. No obstante existen centrales que operan en régimen ordinario, que se concentran principalmente en Comunidad de Extremadura (Tabla 8.12).

Tabla 8.12. Centrales hidroeléctricas que operan en régimen ordinario en la Demarcación Hidrográfica del Guadiana (Confederación Hidrográfica del Guadiana, 2010).

Nombre	Tecnología de la unidad de producción	Potencia instalada en MW	Potencia bruta total en MW	Potencia neta total en MW	Municipio	Provincia
Cíjara M.Dcha. 1	Embalse	50.400	50.400	50.400	Alía	Cáceres
Cíjara M. Izda. 1	Embalse	17.170	17.170	17.170	Herrera del Duque	Badajoz
Cíjara M.Izda. 2	Embalse	17.170	17.170	17.170	Herrera del Duque	Badajoz
Cíjara M.Izda. 3	Embalse	17.360	17.360	17.360	Herrera del Duque	Badajoz
La Serena	Embalse	25.100	25.100	22.000	Castuera	Badajoz
Orellana Canal	Embalse	4,5	4,5	4,5	Orellana la Vieja	Badajoz
Orellana Pie de Presa	Embalse	18.530	18.530	18.000	Orellana la Vieja	Badajoz
Puerto Peña 1	Embalse	18.530	18.530	18.400	Talarrubias	Badajoz
Puerto Peña 2	Embalse	18.530	18.530	18.400	Talarrubias	Badajoz
Puerto Peña 3	Embalse	18.530	18.530	18.400	Talarrubias	Badajoz
Zújar 1	Embalse	18.400	18.400	18.400	Castuera	Badajoz
Zújar 2	Embalse	9.960	9.960	9.960	Castuera	Badajoz
Salto del Martel 1	Fluyente	0,357	0,324	0,319	Don Benito	Badajoz
Salto del Martel 2	Fluyente	0,259	0,171	0,175	Don Benito	Badajoz

Por otro lado, las instalaciones hidroeléctricas que operan en régimen especial son muy escasas debido a las peculiaridades hidráulicas de los ríos ya que este tipo de instalaciones requieren de caudales importantes y continuos totalmente distintos a la irregularidad de los caudales de la zona. Sin embargo se prevé que sean las que más se desarrollen en los próximos años.

#### **Demarcación Hidrográfica del Tajo**

Los usos industriales dentro de la Demarcación Hidrográfica del Tajo encaminados a la producción de energía eléctrica, se pueden distinguir a grandes rasgos en

- Uso del agua para la refrigeración y/o generación de vapor para el funcionamiento de centrales térmicas y nucleares, consumiéndose parte del volumen demandado
- Uso del agua para la producción de energía hidroeléctrica a través de un salto de agua, no produciendo ningún tipo de consumo

Dentro del primer grupo se encuentra la central nuclear de Almaraz, que tiene asociadas demandas para refrigeración aunque parte de ella es para consumo de las distintas actividades (Tabla 8.13).

Tabla 8.13. Características de la Central Nuclear de Almaraz (Esquema Provisional, 2008).

Central	Tipo	Potencia (MW)	Demanda (hm <sup>3</sup> /año)	Uso consuntivo (hm <sup>3</sup> /año)	Retorno (hm <sup>3</sup> /año)
Almaraz	Nuclear	1.956	567,65	15,77	551,78

(Datos obtenidos del registro de productores de energía en régimen ordinario del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y de las bases de datos de concesiones de la Confederación Hidrográfica del Tajo)

Por otro lado, se encuentran las centrales hidroeléctricas tanto fluyentes, que mediante una derivación pasa agua a través de una turbina, como asociadas a embalses. Dentro de la DH del Tajo están establecidas un total de 19 centrales hidroeléctricas, de las que 7 se encuentran en la Comunidad Autónoma de Extremadura (Tabla 8.14).

**Tabla 8.14. Características de las Centrales Hidráulicas de la Demarcación Hidrográfica del Tajo (Esquema provisional, 2008).**

Nombre	Provincia	Término municipal	Corriente	Potencia (Kw)	Caudal (l/s)	Salto (m)	Concesionario
Jose María Oriol	Cáceres	Alcántara	Tajo	915.200	1.172.000	106	Iberdrola
Cedillo	Cáceres	Cedillo	Tajo	440.000	1.500.000	35	Iberdrola
Valdecañas	Cáceres	Valdecañas De Tajo	Tajo	225.000	414.000	75	Iberdrola
Torrejón	Cáceres	Torrejón El Rubio	Tajo-Tiétar	196.000	328.000	48	Iberdrola
Gabriel y Galán	Cáceres	Guijo De Granadilla	Alagón	110.000	230.000	60	Iberdrola
Guijo de Granadilla	Cáceres	Guijo de Granadilla	Alagón	48.600	240.000	25	Iberdrola
Valdeobispo	Cáceres	Valdeobispo	Alagón	40.000	100.000	47	Iberdrola

Comparando las series de precipitaciones y aportaciones, se destaca que los efectos más extremos son motivados principalmente por la variación de la escorrentía en función de la precipitación. Así, para precipitaciones bajas el porcentaje de escorrentía es considerablemente inferior al que se tiene para altas precipitaciones.

La eficiente gestión del agua y la implantación de caudales ambientales adaptados a las necesidades del ecosistema hídrico permitirán mejorar muy sensiblemente el estado ecológico. Es recomendable continuar con el hábito de medidas establecida en España mediante los sistemas de control. La Demarcación del Tajo reconoce, sin embargo, la conveniencia de diseñar e implantar, o mejorar la implantación, de las redes de control de usos del agua, superficial y subterránea, y de la red de medidas de caudales en fuentes y surgencias.

Además destaca la necesidad de investigar para mejorar los métodos de generación de series de datos climáticos basadas en escenarios, para disponer de métodos mejores y más fiables en el cálculo de evaporaciones y evapotranspiraciones; así como sobre el papel del agua en el suelo, la interceptación y reserva de agua utilizable por las plantas, y para conocer con más fiabilidad la recarga de acuíferos y poder desarrollar modelos para la automatización del cálculo de aportaciones y de gestión en cuencas (Esquema provisional, 2008).

En esta línea, en Extremadura se ha estudiado la evolución de las precipitaciones acumuladas anuales para los promedios de los periodos 2011-2040 y 2041- 2070, al igual que para las temperaturas máximas y mínimas.

Tanto en el periodo 2011-2040 como en el 2041-2070, bajo el escenario A2, se prevé una reducción de las precipitaciones, siendo especialmente patente en las regiones montañosas de Extremadura. La reducción en las precipitaciones será más fuerte en el primer periodo del siglo, siendo casi nula en el periodo 2041-2070 (Gráfico 8.18).

Por el contrario, bajo el escenario de emisiones B2, en el periodo 2011-2040, se observa un comportamiento en las precipitaciones anuales similar al previsto para A2, los valores promedios anuales se reducirán unos 100 mm. La comparación con el periodo 2041- 2070, resulta por lo tanto también muy diferente, pues en entre estos periodos, no aumentará drásticamente la precipitación, sino que seguirá una tendencia muy leve al alza.

En definitiva, el resultado de analizar el comportamiento promedio de las variables termopluviométricas en periodos temporales largos, es útil, pues permite poner de manifiesto las particularidades que se pueden dar en un año en concreto.

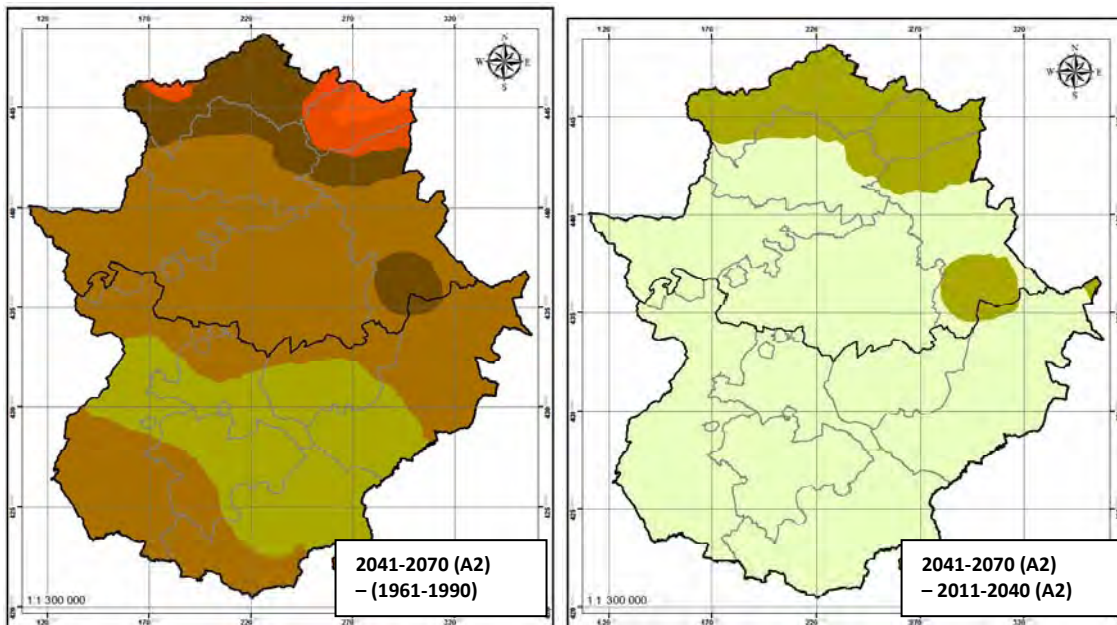
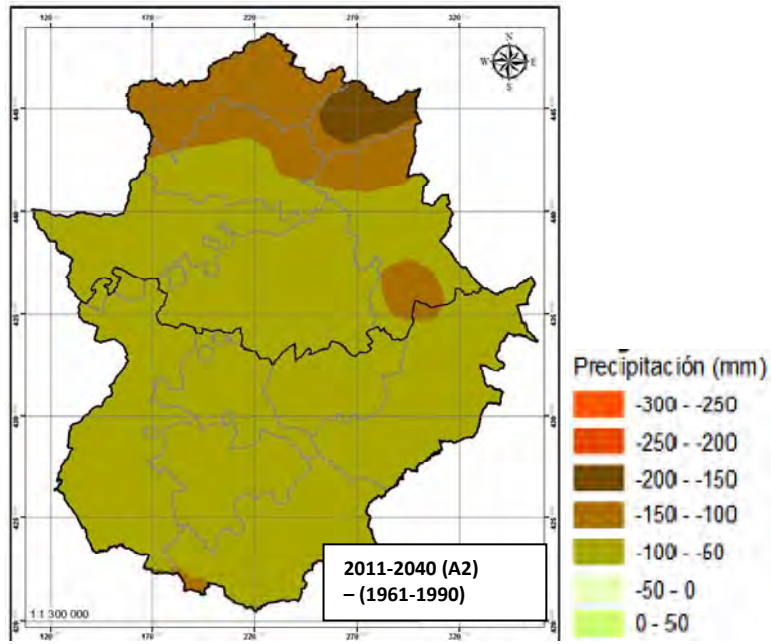


Gráfico 8.18. Variación de la precipitación acumulada anual calculada entre los promedios de los periodos 1961-1990, 2011-2040 y 2041-2070.

## 8.4. Efectos del cambio climático sobre los recursos y aprovechamientos relacionados con el sector energético

Los efectos del cambio climático se están mostrando cada vez en mayor medida, y en el horizonte marcado en los diferentes estudios podemos comprobar que el cambio más significativo aún está por llegar. Por todo ello se hace necesario el desarrollo de nuevas tecnologías y metodologías de aprovechamiento de los recursos naturales, con la finalidad de dar satisfacción a la demanda energética de la Comunidad extremeña, sin que se lleguen a sufrir recortes energéticos como consecuencia de la insuficiente producción energética.

Desde la Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente se están llevando a cabo acciones que permitan adaptar la situación energética actual a necesidades futuras mediante distintas medidas de adecuación así como distintos estudios de investigación desde el Centro de Investigación Agraria Finca La Orden-Valsequera.

### Centro de Investigación Agraria Finca La Orden Valsequera-Universidad de Extremadura

Desde el Centro de Investigación Agraria La Orden Valdesequera y con la colaboración de la Universidad de Extremadura, se está desarrollando el proyecto “Estudio de las biomásas procedentes de residuos agrícolas y cultivos energéticos para la obtención de biocombustible sólido”.

El objetivo principal del proyecto es el estudio y la optimización del proceso de obtención de biocombustibles sólidos en forma de pellets, a partir de biomásas procedentes de residuos agrícolas y cultivos energéticos en Extremadura. En concreto, han recogido muestras de podas de frutales, biomasa de melocotonero, ciruelo, vid, peral y olivar. Además, se han tomado muestras de cultivos energéticos con alta producción de biomasa lignocelulósica, como son cynara, tallos de patata (*Helianthus tuberosus*), tallos de kenaf (cultivo con aprovechamiento principal como fibra vegetal), sorgo fibra, y caña común (*Arundo donax*), así como paja de diversas especies herbáceas.

En cuanto a residuos forestales y material procedente de limpiezas en parques y jardines se han tomado muestras de biomasa de especies arbóreas, pino, eucalipto, chopo y plátano de sombra.

Las muestras han sido sometidas a pruebas de peletizado obteniéndose resultados variables en la obtención de pellets, en cuanto a calidad se refiere.

De todos estos análisis previos, se ha resuelto un aprovechamiento energético de tal forma que energético con los pellets fabricados en la planta de Biomex y en el Centro de Investigación Agraria La Orden-Valdesequera, se ha conseguido mantener en funcionamiento la calefacción de parte del centro de investigación y de la nave de cultivos no alimentarios durante el otoño y el invierno.

También están realizando ensayos del cultivo de colza (*Brassica napus*) en varias localizaciones de Extremadura, con el objetivo de determinar las variedades de colza más productivas en cada zona. La colza es un cultivo energético, que se utiliza en toda Europa para la obtención de biodiesel. El biodiesel se puede mezclar con el gasóleo para sustituir una parte de este combustible procedente del petróleo.

La investigación en materia de aprovechamiento energético de la biomasa pretende dar respuesta a la nueva coyuntura de demanda y disponibilidad de energía que se prevé por efecto del cambio climático.

## 8.5. Contribución del sector energético extremeño al cambio climático

Las emisiones de gases de efecto invernadero en la Comunidad Autónoma de Extremadura han aumentado de forma considerable en los últimos años. En el año 1990 las emisiones alcanzaron las 5.338,75 kt de CO<sub>2</sub> eq, mientras que en el año 2008 aumentaron a 9.311,33 kt de CO<sub>2</sub> eq. Esto supone un incremento de un 75% de las emisiones respecto al año base de referencia. Si bien, proporcionalmente, las emisiones de GEI en Extremadura han sufrido un mayor crecimiento que las correspondientes a España, es necesario indicar que la situación de partida era tan desigual que las emisiones de Extremadura siguen representando un porcentaje muy pequeño respecto a las nacionales.

La evolución de las emisiones de GEI en la Comunidad Autónoma de Extremadura se debe principalmente a los sectores de las actividades agrícola y ganadera y al sector de transformación de la energía, cuyas emisiones en los últimos años se sitúan por encima de las generadas por el sector agrícola. Existe una diferencia significativa (4.279,11 kt CO<sub>2</sub> eq) entre las emisiones provocadas por estas dos actividades principales en Extremadura y el resto de sectores. Destaca el crecimiento relativo que se está dando en los últimos años del sector de procesos industriales, que en el año base carecía prácticamente de representación.

### Ahorro y eficiencia energética

La reducción de emisiones generada en el año 2008 respecto a años anteriores, no viene marcada únicamente por la influencia de la crisis que afecta a todos los sectores, tanto a nivel nacional como autonómico; sobre todo se debe a los esfuerzos realizados por ambas administraciones para fomentar el ahorro de emisiones.

Desde la Junta de Extremadura se realizan actuaciones concretas encaminadas a lograr los objetivos previstos en el Plan de Acción de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012, entre estas, en 2008 se firma el Convenio Marco de Colaboración entre la Comunidad Autónoma de Extremadura y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), dándose publicidad del mismo mediante Resolución de 27 de noviembre de 2008 (DOE nº 237, de 9 de diciembre de 2008), como se ha desarrollado en el capítulo Energía.

Los sectores y medidas de actuación que se regulan en dicho Convenio contribuyen tanto al ahorro de energía como al de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Durante el 2008, la aplicación de dicho Convenio generó un ahorro energético de 1.408,43 toneladas equivalentes de petróleo por año (tep/año), evitando un total de emisiones equivalentes de 3.291,50 t CO<sub>2</sub>/año.

En el año 2009, esta cifra ha aumentado considerablemente, siendo el ahorro generado de 53.906,87 tep/año y evitándose, por tanto, la emisión de 125.980,36 t CO<sub>2</sub>/año. Este incremento viene provocado por el aumento de la cuantía presupuestada para las medidas reflejadas en dicho Convenio. La renovación del parque automovilístico es la medida mediante la cual se ha producido un mayor ahorro de emisiones, seguido del Plan Renove de electrodomésticos (Tabla 8.15).

Tabla 8.15. Resultados por sectores de la aplicación de las medidas del Convenio Marco de colaboración entre la Comunidad Autónoma de Extremadura y el IDAE para el año 2008 y 2009.

SECTOR	MEDIDA	2008		2009	
		AHORRO DE ENERGÍA (tep/año)	EMISIONES EVITADAS (t CO <sub>2</sub> /año)	AHORRO DE ENERGÍA (tep/año)	EMISIONES EVITADAS (t CO <sub>2</sub> /año)
INDUSTRIA	Ayudas públicas para el ahorro energético	249,22	582,43	612,20	1.430,71
TRANSPORTE	Planes de movilidad urbana	150,80	352,42	2.851,59	6.664,17
	Conducción eficiente de vehículos	422,88	988,27	5.274,30	12.326,04
	Renovación del parque automovilístico	-	-	23.160,00	54.124,92
EDIFICACIÓN	Rehabilitación de envolvente térmica de edificios existentes	6,78	15,84	283,10	661,60
	Mejora de eficacia energética en instalaciones térmicas de edificios existentes	6,58	15,39	134,77	314,96
	Mejora de eficacia energética en instalaciones de alumbrado interior de edificios existentes	5,51	12,88	160,11	374,18
SERVICIOS PÚBLICOS	Renovación de instalaciones de alumbrado público exterior existente	58,41	370,19	1.030,80	2.408,98
EQUIPAMIENTO	Plan Renove de electrodomésticos	408,25	954,08	20.400,00	47.674,80
<b>TOTAL</b>		<b>1.408,43</b>	<b>3.291,50</b>	<b>53.906,87</b>	<b>125.980,36</b>

En el sector edificación las medidas adoptadas dentro del Convenio de encomienda de gestión, se encuentran encaminadas a

- Rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios existentes
- Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas de los edificios existente
- Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior en los edificios existentes
- Cursos de formación sobre la nueva normativa energética edificatoria
- Auditorías energéticas en edificios públicos

Estas dos últimas medidas se rigen y gestionan por el **Convenio de encomienda de gestión** entre la Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura y la Agencia Extremeña de la Energía (AGENEX), para la puesta en práctica de actuaciones de apoyo público contempladas en el Plan de Acción 2008-2012, de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética y en el Plan de Energías Renovables en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

Dentro del ámbito de la cogeneración, se desarrollarán programas de ayudas para la realización de estudios de viabilidad dirigidos a promover la instalación de nuevas plantas de cogeneración, que definirán las soluciones y los diseños técnicos más correctos, a partir de la demanda útil en cada emplazamiento. Asimismo, la Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente viene realizando convocatorias anuales de ayuda para el fomento de las energías renovables en tres líneas de actuación tales como energía fotovoltaica aérea, biomasa doméstica y la energía solar térmica (Pérez *et al.*, 2009).

### **Energías renovables**

El Plan de Energías Renovables establece mecanismos para incrementar la participación energética de las energías renovables, solar térmico y fotovoltaica, biomasa y eólica, por la vía de las subvenciones, las aportaciones de la tarifa eléctrica y los incentivos fiscales a los biocarburantes. Para su aplicación en la región, el 25 de mayo de 2006 se firmó un Convenio de colaboración entre la Consejería de Economía y Trabajo de la Comunidad Autónoma de Extremadura y el Instituto para la diversificación y ahorro de la Energía (IDAE) para la definición y puesta en práctica de las actuaciones de apoyo público, contempladas en el **Plan de Energías Renovables** en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Extremadura. Posteriormente este Convenio ha sido renovado anualmente. A partir de estos convenios, la Junta de Extremadura ha desarrollado una serie de Decretos y de Órdenes que abogan por la seguridad del suministro, la competitividad y la sostenibilidad ambiental en aras de un modelo de desarrollo económico sostenible.

Además de las actuaciones para el fomento de las energías renovables destinadas al autoconsumo fotovoltaica aisladas, solar térmica de baja temperatura para agua caliente sanitaria y calefacción y biomasa doméstica, en Extremadura se está produciendo un desarrollo muy intenso de las energías renovables para la producción de energía eléctrica, en el marco del RD 661/2007. De esta manera, la contribución de Extremadura a la reducción de emisiones en el sector de la generación de energía eléctrica será mucho más elevada que la que le correspondería según los objetivos fijados en el Plan de Energías Renovables 2005-2010 (PER).

Las instalaciones autorizadas recientemente destinadas a la producción de energía (o calor) en Extremadura suponen una potencia total instalada de 600,8 MW. Para la estimación de las emisiones evitadas se ha considerado que la totalidad de los kWh producidos producen unas emisiones equivalentes a los que se generarían en una central de ciclo combinado de gas natural (350 g CO<sub>2</sub>/kWh) (Tabla 8.16).

Tabla 8.16. Emisiones evitadas para instalaciones autorizadas recientemente por tecnología y según la potencia instalada.

TECNOLOGÍA	Potencia instalada	Horas de funcionamiento	Producción eléctrica	Emisiones evitadas
	[MW]	[h año <sup>-1</sup> ]	[MWh]	[t CO <sub>2</sub> equiv]
Solar fotovoltaica	435,0	2.000	870.000	304.500
Solar termoeléctrica	150,0	3.000	450.000	157.500
Biogás	0,8	8.000	6.400	2.240
Cogeneración	15,0	8.000	45.000	15.750
<b>TOTAL</b>	<b>600,8</b>	-	<b>1.371.400</b>	<b>480.190</b>

El ahorro en emisiones logrado mediante la introducción de energías renovables para producción eléctrica y/o calor supone un total de 480.190 t CO<sub>2</sub> eq.



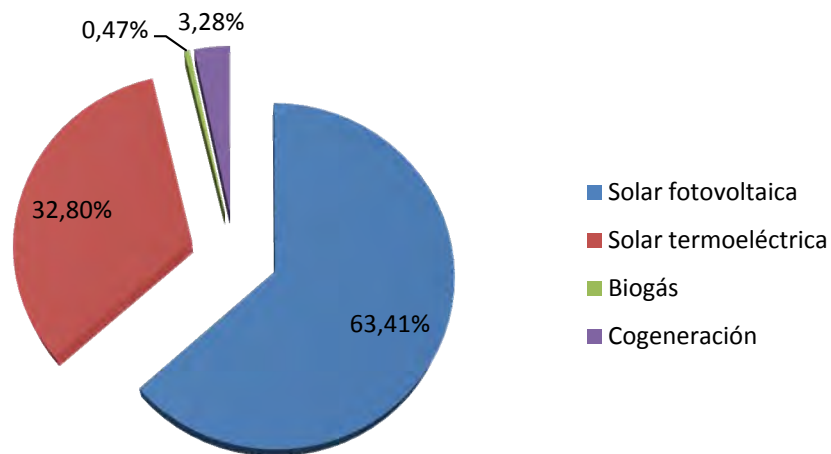


Gráfico 8.19. Ahorro de emisiones en cada una de las diferentes energías renovables instaladas en Extremadura.

La aportación más significativa en lo referente a la cuantía de emisiones evitadas se logra mediante la tecnología solar fotovoltaica, con un 63,41% del total de emisiones evitadas, seguida de la solar termoeléctrica, con una aportación del 32,80% (Gráfico 8.19).

Durante el año 2008, en Extremadura se emitieron a la atmósfera 9.311.330 t CO<sub>2</sub> eq, por lo que el total de emisiones evitadas mediante la implantación de instalaciones de energías renovables (480.190 t CO<sub>2</sub> eq) supondría una reducción del 5,16%.

## 9. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR DEL TURISMO

La sensibilidad del turismo al clima es muy elevada. Los impactos del cambio climático afectarán al espacio geográfico-turístico, de modo que puede producir alteraciones en sus ecosistemas. La escasez de agua provocará problemas de funcionalidad de ciertos destinos turísticos. Estos impactos tendrán mayor incidencia en aquellas zonas más deterioradas, con importantes desequilibrios y con mayor conjunción de los diferentes efectos climáticos. Además, el incremento de las temperaturas puede modificar los calendarios de actividad.

Existen muchas incertidumbres sobre la evaluación turística, así se desconocen las posibles variaciones del comportamiento de la demanda debidas al cambio climático y el nivel cuantitativo del impacto que supondría, sobre todo en lo referente a la pérdida de la sensación de confort y seguridad de los turistas, la merma de atractivo de un destino o una temporada para el viaje (Moreno et al., 2005).

En los próximos años, los cambios de las condiciones climáticas de Europa podrían determinar una reestructuración de los modelos de viaje y afectar a algunos destinos. Además, la disminución de la capa de nieve en las regiones montañosas de Europa podría conllevar una contracción del turismo de invierno. Al mismo tiempo, la subida del nivel del mar podría dar lugar a una modificación del turismo en las zonas costeras. La política europea y las políticas nacionales de turismo deberán tener en cuenta todos estos cambios estructurales adoptando medidas para atenuar el desempleo estructural y garantizando una distribución eficaz de las inversiones relativas al turismo.

La sostenibilidad del turismo incluye diversos aspectos como la utilización responsable de los recursos naturales, la consideración del impacto medioambiental de las actividades, la utilización de energías limpias, la protección del patrimonio y la conservación de la integridad natural y cultural de los destinos, la calidad y la estabilidad de los puestos de trabajo creados, las repercusiones económicas locales o la calidad de la acogida (COM (2010) 352/3, Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social europeo, y al Comité de las Regiones; Europa, primer destino turístico del mundo: un nuevo marco político para el turismo europeo; en adelante COM(2010) 352/3).

### 9.1. El sector turismo en Extremadura

El turismo es un sector estratégico de primer orden en Extremadura ya que la actividad turística constituye, sin lugar a dudas, un elemento muy relevante dentro de la vida económica y social de la región, al ser una fuente importante de ingresos y generadora de empleo, contribuyendo asimismo, a la cohesión social y territorial. Por tanto, ha de concebirse como instrumento para la conservación y la puesta en valor de los recursos culturales, artísticos y ambientales con los que cuenta la Comunidad de Extremadura.

El turismo supone una gran oportunidad para determinadas zonas en las que no existen otras alternativas de actividad económica, a la vez que ofrece más posibilidades en la creación de empresas locales y utiliza mano de obra de forma intensiva, con lo que brinda numerosas ofertas de trabajo y negocio para la población de un determinado territorio.

En la Comunidad Autónoma de Extremadura, el sector turístico genera un **Valor Añadido Bruto (VAB)** superior a los 700 millones de euros, lo cual supone un 4,3% del **Producto Interior Bruto (PIB)** regional. En esta rama de actividad trabajan más de 25.000 personas, que representan el 6% del total de la fuerza trabajadora en la región y aproximadamente el 32%, es decir, más de 8.000 de estos trabajadores, lo hacen bajo el régimen de autónomos (INE, 2010).

A pesar de que la situación económica en el año 2009 era bastante complicada, y a pesar de ello, el año puede calificarse como positivo desde el punto de vista del **empleo en el sector turístico**, ya que excepto en los establecimientos hoteleros, donde el empleo disminuyó un 1,06% (-6,35% de media nacional), en todos los otros tipos de alojamientos éste aumentó, sin embargo a nivel estatal el empleo disminuyó en todos los tipos de alojamientos, salvo en los rurales, en los que se produjo un incremento del 6,36% en España frente al 6,40% en Extremadura.

El **índice de precios hoteleros**, elaborado por el INE, muestra la evolución de esta importante variable, especialmente la tasa de variación interanual. En el conjunto de España este indicador descendió un 5,62% en el 2009, frente a la subida del 0,71% registrada el año anterior. Este hecho es claramente indicativo de las dificultades por las que atraviesa el sector. También en Extremadura se produjo un descenso de esta variable, aunque bastante menor que en el conjunto de la nación, 2,57%, tras caer un 0,61% en el año 2008.

### Oferta turística en Extremadura

Respecto a la **oferta de alojamientos**, en Extremadura existían 503 establecimientos hoteleros a diciembre de 2009, tres más que el año anterior (Consejería de Cultura y Turismo, 2010) y la región contaba con 20.753 plazas, frente a las 20.144 del año 2008 (Tabla 9.1).

Por provincias, la oferta turística de Cáceres es mayor que la de Badajoz, 283 establecimientos frente a 220, y 10.809 plazas en contraposición a 9.944 (Tabla 9.1).

Tabla 9.1. Número de establecimientos hoteleros y plazas en Extremadura a diciembre del 2009 (Consejería de Cultura y Turismo, 2010).

ESTABLECIMIENTOS	BADAJOZ		CÁCERES		EXTREMADURA	
	Número	Plazas	Número	Plazas	Número	Plazas
Paradores 4 estrellas	2	265	5	482	7	747
Hoteles 5 estrellas	2	264	1	84	3	348
Hoteles 4 estrellas	19	2.597	25	2.727	44	5.324
Hoteles 3 estrellas	27	2.567	17	1.384	44	3.951
Hoteles 2 estrellas	29	1.124	23	1.059	52	2.183
Hoteles 1 estrella	20	574	32	1.141	52	1.715
Apartahoteles 3 estrellas	2	112	0	0	2	112
Apartahoteles 2 estrellas	0	0	0	0	0	0
Apartahoteles 1 estrella	0	0	1	48	1	48
Hostales 2 estrellas	37	845	74	1.938	111	2.783
Hostales 1 estrella	63	1.373	67	1.485	130	2.858
Pensiones	19	223	38	461	57	684
<b>TOTAL</b>	<b>220</b>	<b>9.944</b>	<b>283</b>	<b>10.809</b>	<b>503</b>	<b>20.753</b>

En general, la oferta turística extremeña se encuentra bastante diversificada entre los distintos tipos de establecimientos, pudiendo apreciarse una tendencia hacia una mayor calidad de la misma. Esto se plasma, sobre todo, en el incremento de hoteles de cuatro estrellas y en su número de plazas, que fue del 22,22% y del 14,91%, respectivamente en el 2009 con respecto al año anterior.

En cuanto a los **alojamientos rurales en Extremadura**, existían en 2009 un total de 650 establecimientos de este tipo, siendo la provincia de Cáceres mucho más turística en este tipo de mercado ya que tenía abiertos 532, frente a los 118 establecimientos de la provincia de Badajoz.

La oferta de turismo rural en la Comunidad está constituida predominantemente por casas rurales (Gráfico 9.1), 391 en concreto, las cuales ofrecen un total de 3.314 plazas (Gráfico 9.2).

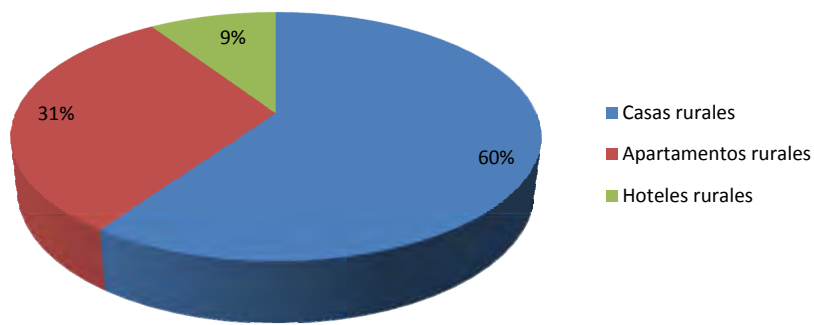


Gráfico 9.1. Distribución porcentual del número de establecimientos rurales existentes en Extremadura en el año 2009 (Consejería de Cultura y Turismo, 2010).

Los apartamentos rurales suponen el 31% sobre el total de establecimientos de este tipo de turismo en la región, con 199 abiertos en el año 2009 y ofertando 3.152 plazas. En cuanto a los hoteles rurales, tienen una capacidad para 1.413 personas (Gráfico 9.2).

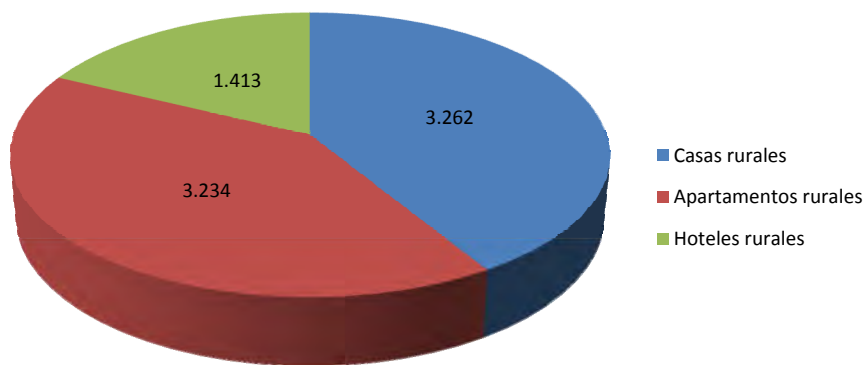


Gráfico 9.2. Número de plazas existentes en alojamientos rurales en la Comunidad de Extremadura en el año 2009 (Consejería de Cultura y Turismo, 2010).

Las casas rurales en Extremadura están distribuidas en 178 localidades estando concentradas el mayor número de las mismas en 9 municipios, todos ellos pertenecientes a la provincia de Cáceres (Tabla 9.2). De hecho, casi el 82% de los alojamientos rurales existentes en la Comunidad de Extremadura en el año 2009 se encuentran en dicha provincia.

Tabla 9.2. Localidades de Extremadura con más de 50 plazas hoteleras en casas rurales en el año 2009 (Consejería de Cultura y Turismo, 2009).

MUNICIPIOS DE EXTREMADURA	PLAZAS
Navaconcejo (Cáceres)	100
Valencia de Alcántara (Cáceres)	77
Cuacos de Yuste (Cáceres)	80
Acebo (Cáceres)	63
Jaraiz de la Vera (Cáceres)	63
Torrejón el Rubio (Cáceres)	63
Trujillo (Cáceres)	58
Montánchez (Cáceres)	54

Los alojamientos extra hoteleros también son una parte importante de la oferta turística en la Comunidad, con un total de 117 establecimientos abiertos a diciembre de 2009, que suman un total de 12.865 plazas, la mayor parte de las mismas en campings (Tabla 9.3).

Tabla 9.3. Alojamientos extra hoteleros y plazas en Extremadura a diciembre de 2009 (Consejería de Cultura y Turismo, 2010).

ESTABLECIMIENTOS	BADAJOZ		CÁCERES		EXTREMADURA	
	Número	Plazas	Número	Plazas	Número	Plazas
Apartamentos turísticos	9	161	56	1.023	65	1.184
Albergues turísticos	3	178	18	899	21	1.077
Camping 1ª	3	830	11	4.026	14	4.856
Camping 2ª	1	320	15	5.228	16	5.548
Camping 3ª	0	0	1	200	1	200
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>1.489</b>	<b>101</b>	<b>11.376</b>	<b>117</b>	<b>12.865</b>

En definitiva, Extremadura cuenta en 2009 con 1.270 alojamientos y 41.497 plazas. En el año 2009 se crearon 22 nuevos establecimientos hoteleros, seis de ellos de cuatro estrellas, 20 establecimientos extra hoteleros y 35 alojamientos rurales. El 50,06% de las plazas hoteleras extremeñas corresponden a hoteles de tres, cuatro y cinco estrellas, lo que indica una clara apuesta por el turismo de calidad.

Desde hace unos años en Extremadura se están construyendo una serie de establecimientos de calidad, que están completando acertadamente la muy importante oferta de alojamientos disponibles en la Comunidad extremeña. Se trata de la **Red de Hospederías de Extremadura**, cuya titularidad pertenece a la Junta de Extremadura, erigidos sobre edificios históricos y sometidos a una minuciosa rehabilitación para dotarlos de todas las comodidades, siempre de modo respetuoso con la naturaleza, y distribuidos por todo el territorio regional (Gráfico 9.3).



Gráfico 9.3. Mapa de Hospederías de Extremadura (Consejería de Cultura y Turismo, 2010).

Las Hospederías de Extremadura son una seña de identidad de la región. En estos establecimientos de calidad se unen los conceptos de naturaleza, autenticidad, lujo, turismo rural, buen servicio y gastronomía de la tierra.

La Red de Hospederías de Extremadura se encuentra distribuida por toda la geografía regional, ocho de ellas están en funcionamiento en la actualidad (aunque las Hospederías de Embalse de Orellana (Badajoz) y Valle del Jerte (Cáceres) se encuentran cerradas temporalmente por obras); además de tres en construcción y otras cuatro en proyecto.

**Hotel Hospedería Conventual de Alcántara (Cáceres):** Un antiguo convento del S. XV, con una decoración moderna y respetuosa con el espíritu del edificio original. Sus amplios espacios y habitaciones, junto con las fabulosas vistas y ventanales, hacen que sea un hotel luminoso y radiante. La localidad de Alcántara forma parte del Parque Natural del Tajo Internacional.

**Hotel Hospedería Mirador de Llerena (Badajoz):** Situada en la localidad de Llerena sobre un antiguo palacio, es un hotel con encanto lleno de espacios luminosos, construidos con luz y color. El entorno de este hotel hará las delicias de los apasionados de la caza, las bodegas y la gastronomía, y la proximidad de Mérida, Zafra, Córdoba y Sevilla aseguran una amplia oferta cultural.

**Hotel Hospedería Hurdes Reales (Cáceres):** Construido sobre la antigua Factoría de Alfonso XIII, este hotel en la comarca de Las Hurdes posee algunas de las mejores vistas de Extremadura, situado en un entorno de naturaleza virgen, ríos y cascadas.

**Hotel Hospedería Parque de Monfragüe (Cáceres):** Perfectamente integrado en el corazón de la dehesa extremeña, este hotel de decoración vanguardista y materiales tradicionales representa una perfecta fusión con la naturaleza. Ya sea un amante del

**turismo activo** o de la cultura, la riqueza natural del **Parque Nacional de Monfragüe** y la proximidad de ciudades monumentales como **Trujillo, Plasencia** o **Cáceres** le harán vivir experiencias inolvidables.

**Hotel Hospedería Valle del Ambroz (Cáceres):** Está emplazado en la privilegiada localidad de **Hervás**, al norte de Extremadura, y con una de las **juderías** mejor conservadas de toda **España**. Hervás, posee una amplia oferta de **ocio y cultural**, además del atractivo natural del **Valle del Ambroz** y el **Valle del Jerte**, en plena **Sierra de Gredos**.

**Hotel Hospedería Puente de Alconétar (Cáceres):** El gran atractivo y **carácter** del **hotel** logra trascender a su impecable funcionalidad, **sorprendiendo** al visitante por su belleza original y acierto en la **rehabilitación**. Cada espacio y cada rincón invitan a la **creatividad** y al **equilibrio**, y su proximidad a la ciudad de **Cáceres** convierte el hotel en una excelente opción para **reuniones de negocios, cursos**, actividades de grupo, o escapadas de **relax**.

Desde un palacio a un convento o una fábrica de harinas, las Hospederías han recuperado espacios excepcionales. La Red se reparte por toda la región, poniendo en valor entornos de una gran riqueza natural y patrimonial, que suman el encanto de llevar el turismo de calidad hasta cualquier rincón de Extremadura (Portal de turismo de Extremadura)

La oferta que proporcionan estos establecimientos alcanza una totalidad de 372 plazas, repartidas entre los seis establecimientos de la Red de Hospederías operativos a 30 de septiembre de 2010 (Gráfico 9.4).

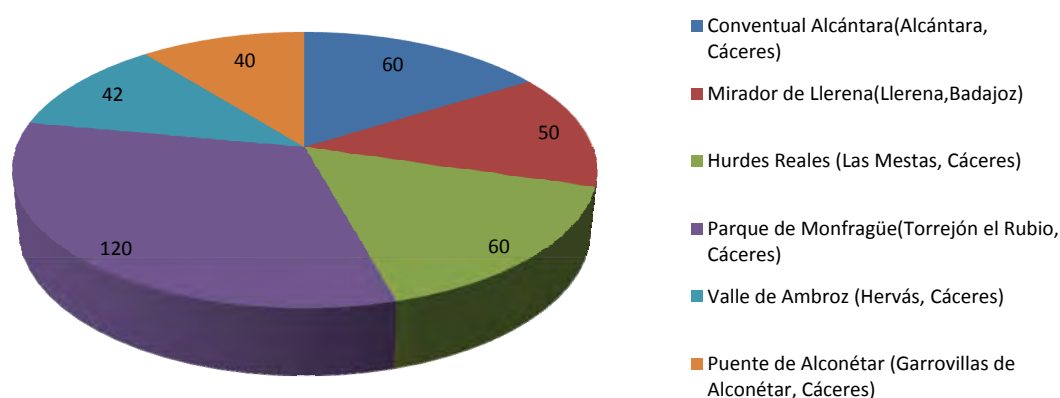


Gráfico 9.4. Número de plazas ofertadas en las Hospederías de Extremadura (Consejería de Cultura y Turismo, 2010).

### Demanda turística en Extremadura

Para el análisis de la **demanda turística** es necesario atender tanto a los viajeros como a las pernoctaciones. En la Comunidad de Extremadura durante el año 2009, tuvieron lugar 2.046.856 pernoctaciones en el conjunto de los establecimientos, entendidas éstas como cada noche que un viajero se aloja en un establecimiento turístico (Tabla 9.4). Por su parte los viajeros, entendidos éstos como las personas que llevan a cabo una o más pernoctaciones en un mismo establecimiento, ascendieron a 1.141.747, teniendo así mejor evolución en la región en el año 2009 con respecto al año anterior. En cuanto a la estancia media, ésta se situó en 1,79 (Tabla 9.4).

Tabla 9.4. Relación de viajeros, pernoctaciones y estancias medias en Extremadura para el año 2009 (INE, 2010).

	Año 2008	Año 2009
Número de viajeros	1.139.354,00	1.141.747,00
Número de Pernoctaciones	2.094.222,00	2.046.856,00
Estancia media	1,84	1,79

A pesar de la desfavorable coyuntura económica de los años 2008 y 2009, tanto a nivel nacional como regional, la demanda turística se vio ligeramente incrementada en Extremadura.

El **turismo rural** lleva varios años registrando un buen comportamiento en Extremadura, convirtiéndose en uno de los tipos de turismo que registran mayor crecimiento de la economía extremeña y consolidando su posición privilegiada en la región. Supone para la Comunidad casi el 10% del total en cuanto a pernoctaciones se refiere (Gráfico 9.5). En España, sin embargo, este porcentaje representa tan sólo el 2% (Gráfico 9.6). En el año 2009, los establecimientos de turismo rural tuvieron una mejor evolución que la del año anterior y por encima de la media del total de alojamientos turísticos, pues el número de viajeros creció un 5,23% y las pernoctaciones lo hicieron en un 1,83% en la región en este tipo de establecimientos.

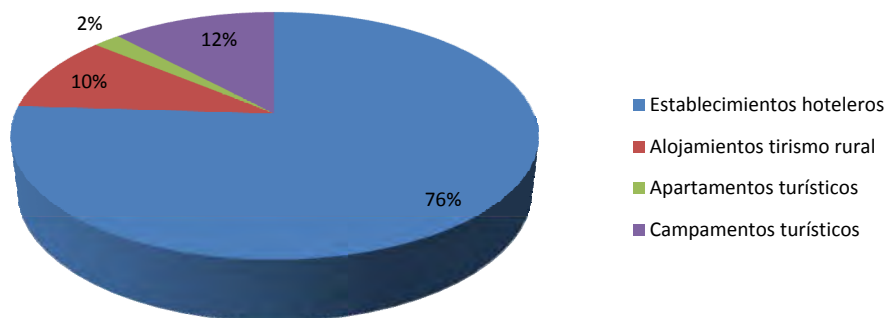


Gráfico 9.5. Distribución de las pernoctaciones en Extremadura entre los distintos tipos de alojamientos turísticos en el año 2009 (INE, 2010).

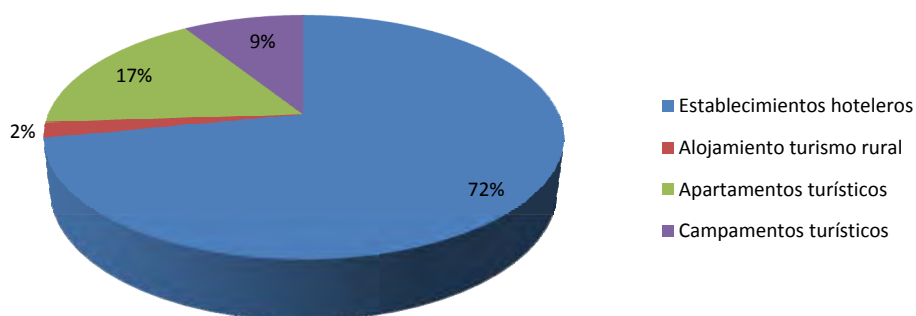


Gráfico 9.6. Distribución de las pernoctaciones en España entre los distintos tipos de alojamientos turísticos en el año 2009 (INE, 2010).

Otra gran diferencia que se observa en la región con respecto al conjunto del país tiene que ver con la ocupación de apartamentos turísticos, que en Extremadura representa tan sólo el 2%, mientras que en el resto de la nación ese porcentaje sube hasta el 17%, situándose en segunda posición y doblando prácticamente a las pernoctaciones en campings.

La evolución a lo largo del año 2009, de los viajeros y pernoctaciones en los hoteles extremeños, indica que los meses de abril, coincidiendo con la Semana Santa, agosto y octubre fueron los más turísticos; y enero, febrero, noviembre y diciembre los menos (Gráfico 9.7).



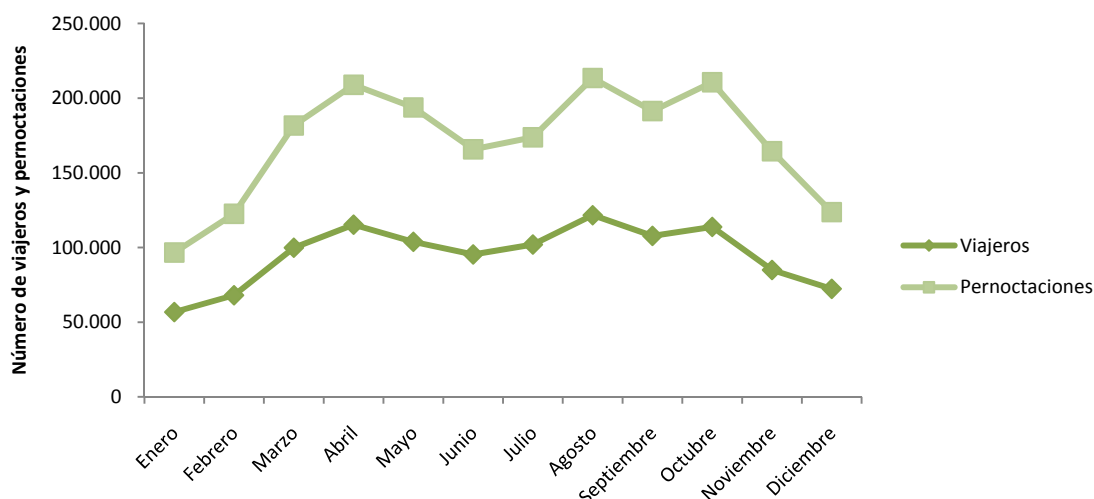


Gráfico 9.7. Evolución del número de viajeros y de pernoctaciones en Extremadura en el año 2009 por meses (INE, 2010).

## 9.2. Impactos del cambio climático sobre el sector turístico

Los impactos del cambio climático en el turismo y las actividades rurales y de recreo al aire libre, van más allá de las condiciones de confort y seguridad para los visitantes; las condiciones y características del entorno en el que las actividades que se realizan se verán afectadas, y por tanto el atractivo de las mismas. Si, tal y como se prevé, el cambio climático genera la aparición de nuevas especies animales y vegetales, o el desplazamiento de las existentes hacia mayores latitudes, esto afectará al interés turístico por determinadas zonas y actividades (Abanades et al., 2009).

El sistema turístico está formado por diferentes factores y elementos que interactúan con cuatro elementos básicos tales como el espacio geográfico-turístico, la demanda, la oferta y los agentes públicos y privados. El cambio climático, en consecuencia, afecta a todos los componentes del sistema turístico, aunque con diferentes tiempos e intensidades.

Los destinos turísticos forman ecosistemas de alta fragilidad de modo que la alteración de alguno de sus componentes modifica el comportamiento del resto. Los principales cambios que se producirán serán los incrementos de las temperaturas medias del aire y de los océanos, el derretimiento generalizado del hielo y nieve, y la alteración en el nivel de precipitaciones y la aparición de fenómenos climáticos extremos. Estos cambios incluyen modificaciones generalizadas en la cantidad de precipitación, salinidad de los océanos, patrones de viento y aspectos de tiempo extremo, como sequías, precipitaciones fuertes, olas de calor e intensidad de ciclones tropicales. Todos estos cambios se producirán de una forma diferente y desigual en el tiempo según las condiciones de vulnerabilidad de las zonas. En España, existe en la actualidad una alta vulnerabilidad a las variaciones del clima por su situación geográfica que propicia las altas temperaturas y la sequía. El cambio climático permite pronosticar una reducción de la disponibilidad del agua, olas de calor, mayor probabilidad de incendios descontrolados y, en general, un descenso de la productividad de los cultivos (Tabla 9.5) (Esteban, A., 2007).

Tabla 9.5. Efectos del cambio climático y sus repercusiones sobre el turismo

<b>Fenómenos climáticos extremos</b>	Desaparición de infraestructuras
<b>Disminución de las precipitaciones</b>	Escasez de agua, que conllevará a la no funcionalidad de los destinos turísticos
<b>Incremento de las temperaturas</b>	Modificación de los calendarios de actividad
<b>Aumento del nivel del mar</b>	Modificación de los asentamientos turísticos e infraestructuras

Las interrelaciones entre desarrollo turístico y la evolución del clima que está teniendo lugar son complejas, y se puede llegar a identificar al menos tres tipos de efectos del cambio climático sobre el turismo. En primer lugar, los más visibles son los impactos inmediatos, y a veces brutales de los fenómenos climáticos extremos tales como la destrucción de infraestructuras

turísticas ocasionadas por inundaciones, tormentas, incendios forestales, la desaparición de playas, humedales y otros parajes de interés turístico, fenómenos que se han multiplicado en los últimos años. En segundo lugar, los impactos indirectos y a más largo plazo, que resultan de una alteración substancial y prolongada del medio ambiente en los destinos turísticos, tales como las aguas contaminadas, la recesión de los bosques, playas, glaciares y mantos elevados, que constituyen la materia prima de gran número de actividades y productos turísticos. Un tercer tipo de impactos tiene relación con la modificación de los estilos de vida como consecuencia del cambio climático, tales como la reorientación de los flujos turísticos hacia destinos donde el clima es menos extremo, o hacia lugares que se han vuelto menos fríos en verano, o con mejores condiciones para el esquí en invierno (Yunis, E., 2007).

En este sentido, los destinos turísticos pueden sufrir cambios derivados de la escasez de agua, que provocará problemas de competitividad o viabilidad económica de ciertos destinos. El incremento de las temperaturas modificará los calendarios de actividad, el aumento del nivel del mar amenaza la localización actual de determinados asentamientos turísticos y de sus infraestructuras en las costas, y el paisaje, en general, puede dejar de proporcionar los beneficios económicos, sociales y ambientales disfrutados hasta el momento (Esteban, A., 2007).

Los rasgos críticos que apuntan a ese cambio se cifran en términos de estancamiento de la economía turística. Todos los análisis apuntan a que el cambio climático está afectando ya, y lo seguirá haciendo con mayor intensidad en el futuro, a nuestro país. Se estiman aumentos de temperatura por década de unos 0,4° C en invierno y 0,6° C y 0,7° C en verano, reducción de precipitaciones y de disponibilidad de agua, así como aumentos de sequías, desertización y riesgos ambientales (Castro et al., 2009).

El principal inconveniente es que el espacio geográfico-turístico por sí mismo no tiene capacidad de adaptación ni puede establecer medidas de mitigación si no es por medio de la acción humana.

Los principales impactos de los sucesos asociados al cambio climático sobre la demanda turística se verán reflejados en una disminución en los viajes de verano a España, sobre todo los internacionales; incremento de los viajes en las intersecciones, primavera y otoño, acortamiento de las estancias, salvo para el turismo residencial y desplazamiento de ciertos turistas hacia las costas del norte o el interior especialmente de demanda nacional (Esteban, A., 2007).

La demanda modificará su comportamiento disminuyendo la estancia media de los turistas en destinos de sol y playa, como medida de adaptación al cambio. El aumento de la incertidumbre de los turistas sobre las condiciones climáticas que se puede encontrar en sus viajes, provocará que el turista tome su decisión de viajar y contratar los servicios turísticos en una fecha más próxima al período en que se desea viajar. Es muy probable que los turistas cambien la dirección de sus visitas hacia otros lugares, produciendo una reducción del número de turistas hacia España por un retraimiento generalizado ante la incertidumbre de cambios climáticos extremos o de escasez de recursos como el agua (Esteban, A., 2007).

Por tanto se prevé una disminución de los ingresos por turismo, una transformación de las condiciones económicas a corto y largo plazo sobre todo en aquellas zonas más vulnerables, y en el peor de los casos el cierre progresivo de establecimientos turísticos y no turísticos, que conllevará el aumento del desempleo y la recesión de los destinos más frágiles (Esteban, A., 2007).

Ante esta realidad, existen suficientes indicios como para pensar que las empresas turísticas de bienes y servicios relacionados tendrán que modificar determinados aspectos de su actuación a la hora de planificar sus estrategias en los diversos ámbitos de gestión. Los fenómenos del cambio climático y sus consecuencias van a generar unos niveles de incertidumbre superiores a los que se consideran normales en toda actividad empresarial. (Esteban, A., 2007).

Las dos modalidades mayoritarias de vacaciones que se ven afectadas por el cambio climático son el turismo de playa y el de deportes de invierno. Los centros turísticos de playa han sufrido la erosión de tormentas intensas, así como la proliferación de algas y la infestación de medusas por la subida de la temperatura normal del mar. Las estaciones de esquí han tenido que hacer frente a la falta de nieve y a una temporada más corta. Además, los huracanes, ciclones, inundaciones y sequías han sido más frecuentes en los últimos años. El sector del turismo tendrá que prepararse para las amenazas conexas de la subida del nivel del mar, la disminución de los casquetes polares, de la nieve y los glaciares, y el avance de la desertificación (Davos, 2007).

Los territorios más afectados coinciden, en gran medida, con los principales destinos turísticos del país y en ellos se irán produciendo alteraciones significativas en los ecosistemas, la biodiversidad, los sectores agrario y forestal, etc (Castro et al., 2009).

El turismo urbano, es la modalidad que se prevé resulte menos afectado por los impactos del cambio climático. El turismo cultural es probablemente uno de los menos dependientes de las condiciones atmosféricas, puesto que en cierta medida el visitante puede ajustar su comportamiento según el tiempo que se encuentre. La disminución de precipitación es presumible que estimule ciertas actividades como las visitas culturales y de monumentos. Un incremento de temperaturas puede servir como estímulo para estas actividades en ciertas épocas del año, si bien puede ser impedimento cuando se pierden los valores de confort térmicos (Abanades et al., 2009).

### 9.3. Impactos específicos del cambio climático sobre el sector del turismo extremeño

El calentamiento global que ha experimentado la superficie terrestre a lo largo del último siglo, resultando más intenso en las últimas décadas, es una evidencia indiscutible, de tal modo que no es posible eludir el reto climático que se plantea a la sociedad mundial actual.

Todo apunta a una aceleración de ese calentamiento, como consecuencia del incremento del vertido de gases de efecto invernadero a la atmósfera por las actividades humanas lo que terminará provocando una alteración de los actuales regímenes climáticos en la mayor parte de las regiones del planeta, con notables repercusiones medioambientales, y consecuentemente económicas y sociales (Castro *et al.*, 2009).

El clima de Extremadura es susceptible de manifestar aquellos síntomas que se han previsto para la región de Europa occidental donde se incluye la Península Ibérica y la propia Cuenca del Mediterráneo, zonas donde se ha detectado en las últimas décadas un mayor calentamiento. La tendencia del calentamiento por presencia de los GEI se manifiesta con mayor intensidad en primavera y verano, en las zonas meridionales de la región. En invierno y en otoño, aún no se aprecian tendencias significativas.

La información recogida respecto a las precipitaciones en las últimas tres décadas, muestran una cierta reducción, que lleva a tener cierta incertidumbre en cuanto a los posibles recursos hídricos, y que aunque no están afectando actualmente al desarrollo de las actividades sí que se prevé que en un futuro haya que aplicar medidas de regulación en el uso y disfrute del agua (Castro *et al.*, 2009).

La región ha ido recibiendo en los últimos años un incremento de turistas, tanto a nivel nacional como a nivel internacional atraídos tanto por el clima, como por los paisajes, la gastronomía, actividades culturales, deportivas, etc.

Extremadura es una tierra de contrastes, lo que le confiere una gran variedad de matices. El clima mediterráneo con alguna influencia atlántica, con veranos cálidos e inviernos no excesivamente fríos, determina la diversidad de espacios naturales, en los que el agua es el principal protagonista. **Es la región española con más kilómetros de costa interior**, y donde predomina la dehesa, ecosistema natural que conjuga desde tiempos inmemoriales la explotación de los recursos naturales y el respeto al medio ambiente. Entre sus espacios naturales más significativos cabe destacar el **Parque Nacional de Monfragüe** y el **Parque Natural Tajo Internacional**, en la provincia de Cáceres, y el **Parque Natural de Cornalvo**, en la de Badajoz, donde perviven las más puras manifestaciones de la vida animal y vegetal del bosque mediterráneo.

La región es uno de los escasos lugares de Europa en los que aún es posible mantener de forma cotidiana una estrecha relación con una naturaleza en estado puro. Sus peculiaridades socio-demográficas, como la baja densidad de población, o la tradicional explotación sostenible de los recursos de la dehesa, han permitido que toda la región llegue al siglo XXI con un patrimonio medioambiental en excelente estado de conservación. Algo insólito, y envidiable, para la mayor parte del territorio europeo. (Portal de turismo de Extremadura).

La biodiversidad de Extremadura está vinculada a la gran variedad de sus ecosistemas y paisajes, del bosque mediterráneo al caducifolio, de las zonas semi-esteparias a algunos de los mayores humedales del continente europeo, que sirven hoy de hábitat, en algunos casos incluso de último refugio, a numerosas especies de flora y fauna. El valor ecológico de enclaves únicos, como el Parque Nacional de Monfragüe, declarado Reserva Mundial de la Biosfera, el protagonismo de los numerosos Centros de Interpretación distribuidos por toda la Comunidad Autónoma, o el esclarecedor dato de que casi el 30% del territorio regional se encuentre bajo algún tipo de protección medioambiental, revelan el papel que la naturaleza desempeña en la concepción global y en la identidad general de Extremadura.

De este modo Extremadura presenta una amplia oferta en recursos turísticos basadas en turismo de naturaleza, de negocios, de arte y cultura, de salud y de gastronomía que definen de una forma amplia a la región.

#### **Turismo de naturaleza**

Extremadura es una tierra de grandes contrastes, con cotas de altitud que oscilan entre los 130 y los 2.400 m y niveles de precipitación que van de los 400 mm a los 800 mm, por lo que sus paisajes son sumamente diversos: la dehesa, o bosque hueco mediterráneo, la penillanura cacereña, los embalses de las sierras de Gata, Hurdes y Gredos en el norte (Cáceres), las extensas planicies de la Serena y la Campiña en el sur (Badajoz), y los fértiles valles del Jerte, el Ambroz y el Tiétar (Cáceres). La vertiente de sus principales ríos, el Tajo y el Guadiana, discurre de este a oeste, al igual que los sistemas montañosos: el Sistema Central en el norte, las estribaciones de Sierra Morena en el sur, y las de los Montes de Toledo en el este y centro de la región (Portal de turismo de Extremadura).

La densidad demográfica de Extremadura es de 26 habitantes por km<sup>2</sup>, frente a los 170 de la Unión Europea y los 75 de España, lo que ha propiciado el mantenimiento de privilegiadas zonas naturales.

Extremadura cuenta con numerosos espacios naturales protegidos, en la mayoría de ellos se pueden practicar rutas senderistas, en bicicleta o incluso a caballo y disfrutar de los paisajes que nos ofrece la región (Parque Nacional de Monfragüe (Cáceres), parque Natural de Cornalvo (Badajoz), parque Natural Tajo Internacional (Badajoz), Reserva Natural Garganta de los Infernos (Cáceres), Monumento Natural de Los Barruecos (Cáceres), etc) (Portal de turismo de Extremadura).

La Comunidad cuenta con una tradición cinegética muy arraigada histórica y socialmente, tal y como lo refleja el alto número de licencias y la evolución experimentada por las mismas. Del mismo modo, cuenta con unos excelentes recursos, ya que posee una gran variedad de especies de caza menor y caza mayor. Este incremento del interés por la caza tiene un claro reflejo en la ocupación del espacio, pues el número de cotos de caza ha aumentado considerablemente, y con ellos la propia interpretación de la caza, que ya se empieza a cuidar y explotar como recurso.

La caza, tal y como hoy se entiende, puede y debe orientarse al mantenimiento y restauración de los equilibrios ecológicos entre las especies de fauna silvestre y, desde esta orientación, ha de convertirse en un precioso instrumento para una política de conservación de los recursos naturales renovables, recuperando una faceta conservacionista que devuelva a la noble actividad cinegética y a los que en Extremadura la practican el respeto y el prestigio que, en los últimos años, se ha visto reiteradamente puesto en tela de juicio desde algunos sectores sociales de dentro y fuera de la región (Portal de turismo de Extremadura).

En la práctica de la captura de pescado, la región cuenta con una gran variedad de especies y muchos lugares en los que practicar la pesca deportiva. Además la región cuenta con el Centro Regional de Acuicultura "Las Vegas del Guadiana" (Badajoz), dedicado a la reproducción, repoblación y estudio de las especies que habitan en nuestras aguas.

La gran riqueza en masas de agua de la región extremeña hace que la pesca deportiva sea una de las principales fuentes de ocio de los extremeños, a la vez que constituye un importante reclamo para otros aficionados a este deporte que provienen de otras regiones españolas, e incluso del extranjero, atraídos por esta enorme riqueza piscícola (Portal de turismo de Extremadura).

Actualmente en Extremadura se pueden localizar 34 especies de peces -20 nativas y 14 introducidas-, de las cuales aproximadamente la mitad suelen ser objeto pesca por parte de los aficionados (Portal de turismo de Extremadura).

### **Turismo rural**

Definido como cualquier actividad turística desarrollada en el medio rural, incluye numerosas especialidades (agroturismo, senderismo, cicloturismo, turismo verde, equitación, rafting, excursionismo, etc.) con enormes posibilidades de desarrollo en Extremadura.

Desde principios de la década de los noventa la tendencia de la demanda turística se está orientando hacia zonas con valores naturales destacables en los que se exige una mayor conservación y cuidado del medio ambiente, y a un mayor número de viajes con estancias medias cortas en las zonas de la región con gran atractivo natural y rural.

Los recursos medioambientales o naturales son uno de los principales atractivos de la oferta turística. Extremadura debido a su débil industrialización y escaso desarrollo turístico, ha podido mantener grandes espacios territoriales en buen estado de conservación, lo que le confiere de un gran atractivo turístico.

Dentro de la variedad de paisajes existentes destacan las zonas de montaña por tener un gran atractivo ligado a la diversidad del paisaje, con variados mosaicos formados por diferentes usos del suelo, destacando la presencia de bosques de muchos tipos, zonas de matorrales típicos de montaña, variedad de cultivos en pequeñas parcelas, corrientes de agua o gargantas, hermosas panorámicas, etc.

Los bosques se componen principalmente de masas de roble, castaño, pino y repoblaciones forestales de pinar y eucaliptal principalmente. Las zonas con mayor presencia de bosques se localizan en las sierras del norte de Cáceres, Sierra de San Pedro, Villuercas, Ibores, Los Montes y algunas sierras del sur de Badajoz.

Las dehesas destacan por sus masas de quercineas, encina, alcornoque, rebollo, y quejigo, y se encuentran repartidas por la totalidad del territorio extremeño. Cabe resaltar por su importancia y extensión las dehesas de Monfragüe (Cáceres), la sierra de San Pedro (Cáceres), los Baldíos de Alburquerque (Badajoz), y las dehesas de Jerez de los Caballeros (Badajoz).

En contraste con la imagen usual de Extremadura, la riqueza de recursos hídricos de la región es muy importante como atractivo turístico. Por una parte los ríos y gargantas que surcan gran parte del territorio, tienen un elevado atractivo

paisajístico, a la par que permiten la pesca y el baño en la mayoría de los casos. Destacan la zona de la Vera y el Jerte, el río Tiétar, los riberos del Tajo (Cáceres), algunos tramos del Guadiana, etc.

Adicionalmente, existen numerosos embalses de muy diferentes tamaños en toda Extremadura, en los que a los atractivos anteriores hay que sumar la posibilidad de navegación y de realizar deportes náuticos en algunos de ellos.

En la actualidad se demanda cada vez más el alojamiento rural en edificios antiguos enclavados en parajes naturales donde disfrutar de la tranquilidad alejado de zonas urbanas. Destacan las comarcas de La Vera, Valle del Jerte, Sierra de Gata y Valencia de Alcántara, entre ellas reúnen el 55 % de la oferta de alojamiento rural de Extremadura, si bien existen otras zonas con un enorme potencial de este tipo de turismo pero que en la actualidad presentan claras deficiencias en cuanto a la oferta (Hurdes, Los Montes, Hornachos, etc.) (PFE, 2003) (Gráfico 9.8).

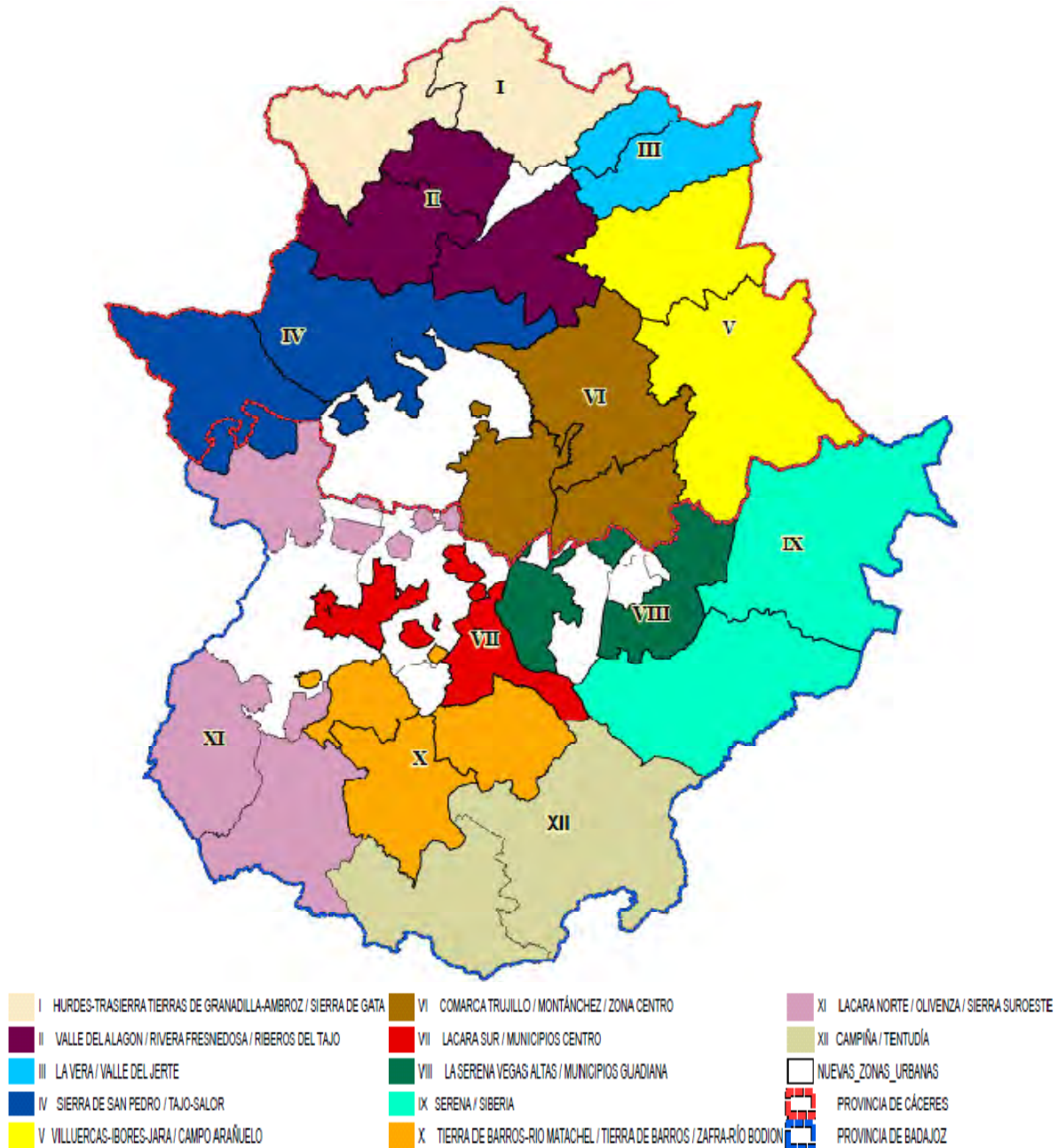


Gráfico 9.8. Mapa de Zonas Rurales de Extremadura (Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural, 2010).

### **Turismo de negocio**

Extremadura como destino de turismo de negocios, es un lugar en el que se unen en perfecta armonía la innovación y el desarrollo, las costumbres ancestrales y el patrimonio cultural histórico.

Un avance tecnológico apreciable en los proyectos viales y urbanísticos de la región que tiene su máximo referente en la ampliación de la red de carreteras. La situación fronteriza hispanolusa promueve la generación de los negocios, ampliando las expectativas en el mercado del sector y aportando de esta manera otro componente de interés turístico empresarial.

Otros de los incentivos que ofrece para el turista de negocios es la disponibilidad en la región de instituciones feriales, palacios de congresos y otras entidades empresariales, que cuentan con una gran funcionalidad operativa y representativa del sector para eventos de reconocido prestigio con gran nivel de participación internacional. Instituciones que, además, introducen un diseño innovador en la estética de este tipo de recintos y que dinamizan y embellecen la imagen de la región.

Extremadura dispone de dos palacios de congresos, en Badajoz y en Mérida, y una gran variedad en cuanto a instituciones feriales en la que se realizan todo tipos de eventos (Portal de turismo de Extremadura). Adicionalmente hay que añadir la próxima puesta en funcionamiento de dos nuevos palacios de congresos en Cáceres y Plasencia.

El desarrollo de esta modalidad de turismo asegura un tipo de oferta escasamente vulnerable a las previsiones del cambio climático.

### **Arte y cultura**

En la oferta teatral destaca la amplia programación teatral que se desarrolla todo el año, sobre todo en los meses de verano. Cabe citar ocho festivales de teatro que tienen lugar en la región, y que tienen gran importancia a nivel nacional, como “El Alcalde de Zalamea” (Zalamea de la Serena, Badajoz), el Festival de Mérida (Badajoz), Festival de Teatro Clásico de Alcántara (Cáceres), el Festival de Teatro en la calle (Villanueva de la Serena, Badajoz), el Festival Internacional de Teatro y Danza Contemporánea (Badajoz), el Festival Medieval (Alburquerque, Badajoz), La Batalla de La Albuera (Badajoz), Los Conversos (Hervás, Cáceres).

La Comunidad Autónoma atesora una nutrida variedad de museos y colecciones, como muestra del rico legado que han ido dejando las diferentes culturas que han poblado sus tierras. En sus fondos se conservan importantes piezas que ilustran un recorrido que va desde la época prehistórica hasta las vanguardias artísticas actuales y sus sedes son magníficos ejemplos de diferentes estilos arquitectónicos, como antiguos palacios medievales o significativas muestras de la Arquitectura contemporánea.



Gráfico 9.9. Teatro Romano de Mérida.

Los centros de interpretación promueven un ambiente para el aprendizaje, además de revelar el verdadero significado del legado cultural. Cubren cuatro funciones básicas, investigación, conservación, divulgación y puesta en valor del objeto que lo constituye. Una amplia red de Centros de Interpretación, en concreto 15, permite conocer de una forma diferente los restos arqueológicos o el valor de un edificio (Portal de turismo de Extremadura).

### **Patrimonio de la Humanidad**

Extremadura tierra dueña de una gran riqueza artística cuenta con tres localidades declaradas Patrimonio de la Humanidad, distinción galardonada por la UNESCO.

**Mérida**, aguarda en sí la síntesis de la monumentalidad, destacando su impresionante y bello Teatro Romano que es año tras año importante escenario cultural, su Museo Nacional de Arte Romano, como un sin fin de otros monumentos de gran valor histórico-artístico.

En **Cáceres** encontramos uno de los conjuntos artísticos y monumentales más impresionante y mejor conservado de la Península Ibérica y de Europa y es el tercer Conjunto Monumental de Europa.

Por último **Guadalupe**, que esconde entre sus muros un interesante patrimonio histórico artístico de gran admiración nacional e internacional donde se sitúa el Real Monasterio, con una arquitectura gótico-mudéjar inigualable (Portal de turismo de Extremadura).

### **Turismo de salud**

Extremadura cuenta con ocho de las 64 villas termales que actualmente hay en España, de las que dos, el Balneario Valle del Jerte, en Valdastillas y El Salugral, (Cáceres), en pleno corazón del Valle del Ambroz (Cáceres), son de creación reciente.

La oferta extremeña se completa con el Balneario de Baños de Alange (Badajoz), Baños de Montemayor (Cáceres), San Gregorio, en Brozas (Cáceres), Fuentes del Trampal, en Montánchez (Cáceres), El Raposo, en Puebla de Sancho Pérez (Badajoz), y Valdefernando, en Valdecaballeros (Badajoz) que en la actualidad está cerrado.

Las nuevas formas de turismo, las nuevas tendencias y alternativas y los nuevos destinos turísticos, conllevan un mayor contacto con la naturaleza, con el medio natural y con ambientes rurales asociados a la vida sana, lugares menos degradados y escasamente influenciados por los modos de vida urbanos. Extremadura se impone como "líder" en el segmento referido al turismo de salud, con un 10% de las plazas de termalismo social de España (Portal de turismo de Extremadura).

### **Gastronomía**

Extremadura ha recibido la herencia de un crisol de culturas y esa particularidad se ve reflejada en sus fogones. La excelencia de la gastronomía extremeña comienza mucho antes de que el plato llegue a la mesa, ya que una gran parte de la esencia de los hábitos gastronómicos de Extremadura residen en la calidad de sus materia primas.

No en vano, Extremadura cuenta con uno de los elencos más extensos de Denominaciones de Origen de toda España (Portal de turismo de Extremadura).

El turismo enológico en Extremadura cobra día a día más importancia, la multitud de bodegas y la **Denominación de Origen Ribera del Guadiana** dan muestra de ello. Se presenta como una alternativa más que consigue año tras año atraer más personas interesadas en conocer, no solamente las bodegas extremeñas, sino también la cultura en torno al vino y la gastronomía, lo cual conlleva a prever un futuro prometedor en este sector.

Extremadura cuenta con 77.844 hectáreas de viñedo aproximadamente (4.850 hectáreas en Cáceres y 72.994 hectáreas en Badajoz) divididas en seis comarcas vitivinícolas, que hoy se integran en la Denominación de Origen Ribera del Guadiana

La gran extensión de la Región permite que, cada comarca vitivinícola, posea unas variedades de uvas, condiciones de suelo y microclimas propios que aportan riqueza y, sobre todo, variedad a los distintos vinos que se integran en Ribera del Guadiana (Portal de turismo de Extremadura).

La ruta del vino está trazada más con el afán de no dejar fuera ninguna comarca que pensando en que el viajero recorrerá una extensa zona del centro y sur de la región, rica y variada gastronómicamente.

Todos los platos de la cocina extremeña se pueden y se deben acompañar con nuestros vinos, que caminan por una rápida y franca mejoría de la que hablan los muchos premios que obtienen, y el aprecio con el que son considerados en catas y certámenes.

No olvidemos tampoco, en algún momento de nuestro caminar por la ruta del vino, saborear un buen cava extremeño (Portal de turismo de Extremadura).

De este modo, el turismo gastronómico y enológico, es un sector que está en auge en la Comunidad Autónoma y en el que los efectos previsibles del cambio climático no tendrán una gran repercusión de modo directo sobre él, aunque sí que se verá afectado de forma indirecta en las cosechas de los distintos cultivos que dan lugar a este amplio abanico que presenta la oferta gastronómica.

Existen muchas incertidumbres sobre la evolución turística, así se desconocen las posibles variaciones del comportamiento de la demanda debidas al cambio climático y el nivel cuantitativo del impacto que supondría, sobre todo en lo referente a la pérdida de la sensación de confort y seguridad de los turistas, la pérdida de atractivo de un destino o una temporada para el viaje. La posibilidad de detección del cambio está muy limitada en la actualidad, por lo que se hace imprescindible la generación de sistemas de indicadores que puedan mostrar y diferenciar los impactos por tipos de zonas y productos turísticos principalmente de litoral y montaña (Moreno et al., 2005).

La gran variedad de oferta turística en la región se verá afectada de modo global por los impactos del cambio climático en tanto que el aumento de las temperaturas unido a la disminución de las precipitaciones provocará que la región se transforme en una zona más árida, y con condiciones climatológicas más extremas que conllevará la pérdida de atractivo por parte del turista. Este hecho dará lugar a que el turista sea más selectivo en la época de visitas a la región, lo que implica que se acorte el periodo de visitas a las estaciones menos extremas, lo que supondrá una disminución de los ingresos por turismo en la región.

#### 9.4. Relación entre el cambio climático y el sector turístico

Pocas actividades económicas son tan dependientes del clima como el turismo. La mayoría de las actividades turísticas se desarrollan al aire libre, por lo que un medio ambiente limpio y unas condiciones meteorológicas favorables son esenciales para la satisfacción de los visitantes, y fundamentales para mantener el éxito de cualquier destino turístico (Davos, 2007).

Los destinos ya se están viendo afectados por el cambio climático, y la población cada vez es más sensible al impacto ambiental de las decisiones que toma sobre su forma de vida, incluido el lugar a donde ir de vacaciones.

Las emisiones de CO<sub>2</sub>, procedentes del turismo internacional, incluidos todos los medios de transporte, fueron responsables de poco menos de 5% del total mundial, es decir, 1.307 millones de toneladas en 2005 (Davos, 2007).

El transporte es responsable de 75% del total de las emisiones del sector turístico, frente al alojamiento que causa en torno al 25% del total de las emisiones del sector turístico (Gráfico 9.10) (Davos, 2007).

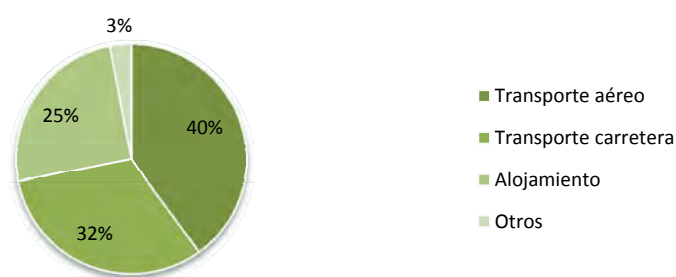


Gráfico 9.10. Contribución del transporte y alojamiento a las emisiones del sector turístico a nivel global.

Se calcula que el transporte aéreo supone del 2% al 3% de las emisiones mundiales de GEI. El transporte en su conjunto produce cerca del 14% de las emisiones mundiales, sin embargo esta cifra incluye, a todas luces, muchos viajes sin relación con el turismo, como el transporte de carga y los desplazamientos de los trabajadores que van y vuelven diariamente a su trabajo.

En cuanto al alojamiento, los grandes hoteles producen más emisiones que las pensiones, los apartamentos con cocina o los terrenos de camping, porque consumen más energía para hacer funcionar otras instalaciones como restaurantes, bares, piscinas y spas, evidentemente las emisiones de las actividades turísticas están directamente relacionadas con la cantidad de energía de combustibles fósiles que consuman (Davos, 2007).

El cambio climático afectará al sistema turístico, incluido el transporte. Aumentará la presión para reducir la factura energética/climática, incrementando la necesidad de aumentar las medidas de reducción y ecoeficiencia. Las alteraciones



inducidas por el precio de la energía y la regulación del transporte aéreo europeo en 2011 podrán repercutir significativamente en las correspondientes tarifas y en los destinos más distantes de los países emisores. Todo ello repercutirá en el fomento de sistemas menos contaminantes, de planes de movilidad sostenibles en destinos y de estímulos de las “vacaciones de proximidad” (Castro *et al.*, 2009). Efectivamente, las políticas públicas de lucha contra el cambio climático inducirán una transformación en el sector turístico que deberá adoptar tecnologías más eficientes desde el punto de vista energético.

El turismo debe interesarse por estos cambios, ya que se trata también de una cuestión de responsabilidad social y ética. Por tanto, debe disminuir su contribución al cambio climático, proveniente fundamentalmente de los medios de transporte que utiliza y del uso excesivo de energías convencionales para acondicionar el aire frío y caliente en las instalaciones turísticas. Para adaptarse a las cambiantes condiciones climáticas y asegurar su propia sostenibilidad a largo plazo, deberá adaptarse la oferta actual de productos y servicios turísticos para no perder cuotas de mercado. Adicionalmente, habrá que planificar el desarrollo turístico futuro en base a los impactos previstos.

Ya que los turistas potenciales están pidiendo alternativas de vacaciones más respetuosas con el clima y los operadores tienen que empezar a desarrollar productos turísticos de bajas emisiones de carbono, los destinos deberán seguir diversificando su oferta turística con una variedad al aire libre y en interiores que eviten al turista depender de los imprevisibles cambios en las condiciones ambientales (Davos, 2007).

Identificar e implementar, al más corto plazo, medidas de mitigación y de adaptación es, por consiguiente, una forma de actuación responsable y sostenible a largo plazo; ello permitirá evitar que el turismo se vea radicalmente afectado por este fenómeno global, y prevenir que, ante la inacción de sus principales responsables, se adopten desde fuera disposiciones que amenacen su éxito actual y acorten su desarrollo futuro (Yunis, E., 2007).

Crear una respuesta significativa y eficaz al cambio climático es un reto que requiere la participación de todo el sector del turismo. Dado el enorme potencial, para contribuir a la mitigación, y dado que el calentamiento global ha sido causado principalmente por los países industrializados, es posible que las medidas de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero puedan aplicarse con distinta intensidad en las diversas partes del mundo. La meta es elaborar un planeamiento integral, que aborde el problema del cambio climático, pero permita a la vez que el turismo siga aportando una contribución positiva a la mitigación de forma compatible con su desarrollo (Davos, 2007).

## **9.5. Propuestas de medida de adaptación y mitigación al cambio climático que deberá adoptar el sector turístico**

Es necesario precisar las medidas que vayan encaminadas a frenar el calentamiento global como consecuencia de la emisión de GEI, y adicionalmente tomar las precauciones o aplicar estrategias en el turismo regional teniendo en cuenta sus características. (Castro *et al.*, 2009).

El turismo, como ya se ha reflejado anteriormente en este informe, posee un papel importante como agente emisor de GEI, principalmente en relación al transporte, pero que también va asociado el alojamiento y las actividades. Estas emisiones son de especial importancia en el caso del transporte aéreo, aunque en Extremadura se da el caso de que la mayor parte de los turistas llegan a la región en transporte por carretera ya que proceden de otras Comunidades Autónomas o de la propia región, y de ese modo pueden hacer desplazamientos por ella durante la estancia en la región. Por tanto el transporte por carretera es el que constituye la mayor fuente de GEI (Abanades *et al.*, 2009).

La OMT está convencida de que hay mucho que hacer a través de la mejora de la eficiencia y de la tecnología para reducir las emisiones de carbono del sector sin incidir en las actuales costumbres de viaje. Las soluciones se encuentran generalmente en las categorías de reducir el uso de energía y mejorar su eficiencia, utilizar combustibles alternativos y compensar las emisiones de carbono (Davos, 2007).

Los turistas son los que mayor flexibilidad presentan, adaptándose con rapidez a cualquier cambio, por ejemplo ajustando horarios en los que realiza las actividades para amoldarse a las condiciones climáticas, o simplemente cambiando el destino o la época de visita. Sin embargo, los Tour operadores, proveedores de transporte y otros agentes turísticos poseen una capacidad de adaptación media, pudiendo promocionar unos destinos u otros a desarrollar nuevas rutas o destinos más adecuados desde un punto de vista climático. En último lugar, son los operadores locales, las Comunidades y los establecimientos turísticos en los destinos, los que poseen, en principio, una capacidad de adaptación más limitada (Abanades *et al.*, 2009).

Las medidas de adaptación en los destinos urbanos abarcan desde la creación de sistemas de vigilancia y aviso en caso de fenómenos extremos, como olas de calor e inundaciones, pasando por medidas de eficiencia y ahorro energético en los edificios de nueva construcción y en los ya existentes, medidas de adaptación de actividades adaptadas al clima en distintas épocas del año así como la elaboración de campañas de educación enfocadas, a preparar a visitantes y a empresas, en la

protección del patrimonio. Hemos de tener en cuenta que los monumentos datan de muchos años atrás en los que las condiciones climáticas no eran las actuales, por lo que pueden verse muy afectados por los impactos del cambio climático (Abanades *et al.*, 2009).

Extremadura es una región en la que el otoño y la primavera son las estaciones más adecuadas para visitar la región, especialmente para la práctica del turismo rural, el excursionismo, la aventura, en definitiva disfrutar del paisaje, uno de los elementos más interesantes en la oferta turística regional. Estas épocas del año permiten alcanzar el grado de satisfacción en las visitas, ya que se combina la riqueza paisajística y patrimonial con la calidad ambiental. El período de mayor estío, que aúna altas temperaturas con sequedad ambiental hace que las visitas a la región resulte algo más incómodas. El otoño, presenta una agradable temperatura que favorece la llegada de turistas y excursionistas que encuentran en las rutas gastronómicas, etnológicas, etc, un complemento a su visita.

En definitiva, los efectos del cambio climático en la actividad turística en Extremadura, en lo que se refiere a calidad en las visitas en cualquiera de sus modalidades, turismo rural, turismo urbano, cultural, de congresos, son susceptibles de acusar variaciones tomando las medidas pertinentes asociadas a la variación del clima, las temperaturas y las precipitaciones (Castro *et al.*, 2009).

Entre las medidas, actividades y líneas de trabajo para las evaluaciones de impactos, vulnerabilidad y adaptación relativas al sector turístico que se llevarán a cabo en el desarrollo del Plan Nacional de Adaptación, caben resaltar las siguientes

- Evaluar el papel del clima actual en el sistema turístico español y los impactos por zonas y productos más vulnerables
- Cartografiar las zonas críticas y vulnerables para el turismo
- Desarrollar sistemas de indicadores sobre la relación cambio climático-turismo para su medición y detección
- Desarrollar modelos de gestión para optimizar las principales opciones adaptativas y las implicaciones en las políticas turísticas
- Evaluar los posibles impactos del cambio climático en el patrimonio cultural y su repercusión en el turismo (OECC, 2006)

La necesidad de establecer mecanismos de adaptación al cambio climático, se ha visto reflejada en la aparición de metodologías y marcos de actuación. El Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas (UNPD) propone cuatro principios básicos para la adaptación que resultan de gran relevancia para el turismo:

- Situar la adaptación al cambio climático en el contexto del desarrollo de la región. Cualquier medida en el sector turístico debe ser integrada en el contexto más amplio de políticas de desarrollo sostenible, y considerar tanto impactos como adaptación en otros sectores
- Usar la experiencia y conocimiento presente en materias de adaptación para enfrentarse a la variabilidad climática futura
- Reconocer que la adaptación tiene lugar a distintos niveles. El desarrollo de estrategias de adaptación del sector turístico a nivel nacional debe contemplar que la implementación ocurre normalmente a nivel de destino, empresas o proyectos, y que la participación de la industria turística es fundamental.
- Reconocer que la adaptación es un proceso iterativo que debe incluir tareas de implementación, monitoreo, evaluación y ajuste continuo a lo largo de los años (Abanades *et al.*, 2009).

Varias son las aportaciones de los estudios de la Organización Mundial del Turismo (NNUU-OMT) sobre la relación entre el turismo y el cambio climático en el mundo, que de modo generalizado aparecen reflejadas en

- La necesidad de considerar el turismo en sus relaciones con la energía-clima como un sistema integrado que contemple el conjunto de sus eslabones clave como el transporte, el destino y los servicios
- Una primera estimación sobre la creciente importancia de la "huella climática" inducida por el turismo y una llamada de atención sobre la progresiva incidencia ambiental y climática de los procesos de transporte, alojamiento y actividad de 850 millones de turistas internacionales y de, aproximadamente, cinco veces más de turistas nacionales.
- La especial importancia del transporte como uno de los sectores clave, y más en concreto, de la aviación que supone el 40% del impacto turístico total
- Un mapamundi en el que se identifican los puntos calientes en la relación turismo-cambio climático
- Una serie de escenarios 2005-2035 sobre la emisión de GEI
- Reducción del consumo energético
- Mejora de la ecoeficiencia en transporte, destinos, instalaciones y servicios
- Utilización de energías renovables, principalmente solar y biocombustibles en los transportes
- Compensación de las emisiones de carbono con acciones que consigan ahorros similares a los impactos generados (Davos, 2007).

## 10. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR SALUD

En los próximos años, el cambio climático tendrá una influencia notable en los distintos sistemas físicos y biológicos de todo el mundo, produciendo cambios trascendentales en diferentes sectores. Entre los cambios más preocupantes para el ser humano destacan los cambios producidos sobre el sector sanitario.

La Organización Mundial de la Salud reconoce que el cambio climático es un peligro para la seguridad sanitaria mundial, y señala la necesidad de proteger a la población de los posibles impactos nocivos. Los peligros que el cambio climático supone para la salud son de naturaleza diversa y global, y comprenden desde el aumento del riesgo de fenómenos climáticos extremos, hasta modificaciones de la dinámica de las enfermedades infecciosas y sus patrones. Estos efectos son sólo algunos de los retos que tendrá que afrontar el sector sanitario mundial debido al agravamiento del calentamiento global.

En general, el cambio climático y sus consecuencias afectarán a la situación sanitaria de millones de personas agravando la malnutrición, incrementando el número de defunciones, enfermedades y lesiones causadas por fenómenos climáticos extremos; aumentando la carga de enfermedades como las diarreas; acrecentando la frecuencia de enfermedades cardiorrespiratorias debido al ascenso de las concentraciones del ozono en niveles bajos de áreas urbanas por efecto del cambio climático; y alterando la distribución espacial de ciertas enfermedades infecciosas (IPCC, 2007).

Los impactos de las variaciones climáticas pueden afectar a la salud humana de manera directa e indirecta,

Entre los efectos directos se pueden destacar las consecuencias provocadas por fenómenos climáticos extremos, como olas de calor o de frío, tormentas; y el incremento de las enfermedades infecciosas, como zoonosis o las enfermedades de origen alimentario o propagado por el agua, como la diarrea o la malaria. Además puede agravarse la frecuencia y virulencia de las enfermedades infecciosas, repercutiendo negativamente en la salud humana (Libro Verde, 2007).

Entre los impactos indirectos, se destaca un ascenso del gasto farmacéutico debido a la mayor demanda sanitaria, o el incremento de la malnutrición de la población, como consecuencia de la disminución de la producción agrícola y al aumento de las muertes de animales. Se prevé que va a aumentar el riesgo de hambrunas y el número adicional de personas expuestas a este riesgo. La malnutrición y las carencias energéticas y proteicas causaron, durante el año 2002, más de 3,3 millones de muertes a nivel mundial, el 29% del total de estas muertes se produjeron en el continente africano. Además, es muy probable que la salud de los animales se vea afectada por alteraciones en sus condiciones de vida y por el aumento potencial de enfermedades infecciosas transmisibles (Libro Verde, 2007). Otro de los impactos indirectos que afectará a la salud humana, está relacionado con el agua, ya que el cambio climático dificultará aún más el acceso al agua potable; y se prevé una disminución de la calidad de las mismas (Libro Verde, 2007). Además, los efectos sobre la salud pueden agravarse por otros factores tales como la exposición al ozono y a partículas finas durante una ola de calor, ya que la presencia de partículas finas a largo plazo en el aire, empeora algunos problemas de salud tales como las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas, que provocan en las personas una mayor susceptibilidad al estrés inducido por el clima (Libro Verde, 2007).

El cambio del clima mundial afectará al funcionamiento de muchos ecosistemas y de las especies que lo integran y tendrá también efectos sobre la salud humana, algunos de los cuales serán beneficiosos, como los inviernos más suaves que podrían disminuir las muertes por frío, o temperaturas más elevadas en regiones que actualmente son cálidas, podrían reducir la viabilidad de las poblaciones de mosquitos transmisores de enfermedades. Sin embargo, en general, los científicos consideran que la mayoría de las repercusiones del cambio climático en la salud serían adversas (Cambio climático y salud humana - Riesgos y respuestas Resumen, en adelante OMS, 2003), ya que las olas de calor, las catástrofes naturales por los fenómenos climáticos extremos, la contaminación atmosférica y las enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, afectarán de manera negativa a la salud de la población, en general, siendo más virulento sobre ciertos colectivos de riesgo (Libro Verde, 2007).

En general, se prevé que no surjan amenazas sanitarias nuevas o desconocidas, sino que aumenten algunas interacciones entre el medio ambiente y la salud humana, con efectos más fuertes y pronunciados que los observados hasta ahora (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009).

La magnitud y virulencia de las consecuencias del cambio climático sobre la salud humana dependerá de diversos factores, como el estado de salud de la población, la educación, la atención sanitaria, las iniciativas de salud pública o la infraestructura, el desarrollo económico y, por último, de las medidas de adaptación llevadas a cabo por los distintos estados (IPCC, 2007).

## 10.1. El sector salud en Extremadura

Extremadura se caracteriza por ser una región **predominantemente rural**. El medio rural adquiere una enorme magnitud en la configuración del territorio extremeño tanto por la gran superficie territorial que ocupa, más de las dos terceras partes del territorio, como por la proporción de su población que vive en dicho medio, que se acerca a las tres cuartas partes del total.

De acuerdo con la **Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el desarrollo sostenible del medio rural**, el medio rural se define como el “espacio geográfico formado por la agregación de municipios o entidades locales menores definido por las administraciones competentes que posean una población inferior a 30.000 habitantes y un densidad por debajo de los 100 hab/km<sup>2</sup>. De acuerdo con ello, el medio rural acoge al 18% de la población española en un 84,5% del territorio nacional.

En el caso de Extremadura, el 98% de los municipios son rurales y dicho medio acoge a más del 60% de la población extremeña en un 85,9% del territorio regional.

Cabe destacar que la baja densidad de población de la Comunidad Autónoma de Extremadura, poco más de 26 hab/km<sup>2</sup>, la sitúa entre las regiones de la Unión Europea que presentan menor densidad poblacional, a la vez que la mantiene muy alejada de la media nacional que está algo por encima de los 91 hab/km<sup>2</sup>.

De los 383 municipios existentes en la Comunidad extremeña, tan sólo siete tienen más de 20.000 habitantes, y 282 no sobrepasan los 2.000 habitantes (Tabla 10.1).

Tabla 10.1. Número de municipios según número de habitantes en Extremadura y sus provincias (INE, 2009).

MUNICIPIOS DE EXTREMADURA	EXTREMADURA	BADAJOS	CÁCERES
Menos de 101 habitantes	6	1	5
De 101 a 500 habitantes	99	17	82
De 501 a 1.000 habitantes	93	35	58
De 1.001 a 2.000 habitantes	84	43	41
De 2.001 a 5.000 habitantes	61	40	21
De 5.001 a 10.000 habitantes	25	18	7
De 10.001 a 20.000 habitantes	8	5	3
Más de 20.000 habitantes	7	5	2
<b>TOTAL</b>	<b>383</b>	<b>164</b>	<b>219</b>

Tanto Cáceres como Badajoz presentan la mayor concentración de población en los municipios de 1.000 a 10.000 habitantes, pero mientras Badajoz concentra algo más de la mitad de su población en los municipios de mayor tamaño, de 10.000 a 100.000 habitantes, y menos del 5% en los más pequeños, Cáceres, sin embargo, mantiene un 17% en los pueblos más pequeños, de 1 a 1.000 habitantes y aproximadamente un 40% en los de más de 10.000 habitantes (Tabla 10.2).

Tabla 10.2. Distribución de la población por tamaño de los municipios en Extremadura y sus provincias (INE, 2009).

MUNICIPIOS DE EXTREMADURA	EXTREMADURA	BADAJOS	CÁCERES
	Nº habitantes	Nº habitantes	Nº habitantes
Menos de 101 habitantes	523	85	438
De 101 a 500 habitantes	30.297	5.232	25.065
De 501 a 1.000 habitantes	67.370	25.321	42.049
De 1.001 a 2.000 habitantes	120.189	60.175	60.014
De 2.001 a 5.000 habitantes	179.361	120.038	59.323
De 5.001 a 10.000 habitantes	161.878	109.875	52.003
De 10.001 a 20.000 habitantes	108.567	68.105	40.462
De 20.001 a 50.000 habitantes	138.365	95.217	41.148
De 50.001 a 100.000 habitantes	149.526	56.395	93.131
Más de 100.000 habitantes	148.334	148.334	0
<b>TOTAL</b>	<b>1.102.410</b>	<b>688.777</b>	<b>413.633</b>

La población de la región se concentra principalmente en municipios de tamaño intermedio, de 1.000 a 10.000 habitantes, donde reside casi el 42% de los extremeños. Sus dos capitales de provincia acogen el 21,9% del total de la población.

En cumplimiento de la *Ley 45/2007*, en Extremadura han sido delimitadas doce **Zonas Rurales**, seis en la provincia de Cáceres y otras seis en la de Badajoz, que ocupan más del 85% de la superficie total de la región. Para la delimitación territorial de dichas Zonas, se ha partido de la ya establecida en las Mancomunidades Integrales, agrupando dos o más con características similares (Gráfico 9.10).

La densidad de población varía desde los 10,66 hab/km<sup>2</sup> de la Zona Rural IX-Serena-Siberia hasta los 36,30 hab/km<sup>2</sup> de la Zona Rural X-Tierra de Barros- Río Matachel/ Tierra de Barros/Zafra-Río Bodión (Tabla 10.3).

Tabla 10.3. Densidad de población de las Zonas Rurales de Extremadura (Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural, 2010).

ZONAS RURALES DE EXTREMADURA		DENSIDAD DE POBLACIÓN (hab/km <sup>2</sup> )
Zona Rural I	Hurdes-Trasierra Tierras de Granadilla-Ambroz/Sierra de Gata	17,57
Zona Rural II	Valle del Alagón/Rivera Fresnedosa/ Riberos del Tajo	16,64
Zona Rural III	La Vera/Valle del Jerte	29,55
Zona Rural IV	Sierra de San Pedro/Tajo-Salor	11,60
Zona Rural V	Villuercas-Ibores-Jara/Campo Arañuelo	12,93
Zona Rural VI	Comarca Trujillo/Montánchez/Zona Centro	16,43
Zona Rural VII	Lácara Sur/Municipios Centro	29,55
Zona Rural VIII	La Serena Vegas Altas/Municipios Guadiana	25,46
Zona Rural IX	Serena/Siberia	10,66
Zona Rural X	Tierra de Barros-Río Matachel/Tierra de Barros/Zafra-Río Bodión	36,30
Zona Rural XI	Lácara Norte/Olivenza/Sierra Suroeste	19,07
Zona Rural XII	Campiña/Tentudía	14,21

Un porcentaje muy elevado de los problemas de salud de cualquier población están innegablemente asociados con la **edad y el sexo**. De ahí que sea fundamental conocer las **características demográficas** de la Comunidad de Extremadura. Se aprecia una tendencia creciente de la incidencia de problemas a medida que aumenta la edad, así como otros asociados directamente con la natalidad y la infancia.

Si se combina la estructura por sexos con la estructura por edades se obtiene la **pirámide de la población** extremeña (Gráfico 10.1). La forma de la misma es consecuencia del comportamiento pasado de los fenómenos demográficos, natalidad, mortalidad, migraciones, etc. y a su vez condiciona y determina el futuro de la población analizada.

La pirámide poblacional en Extremadura representa a una población socioeconómicamente madura con una clara tendencia al envejecimiento, dada la forma general de la misma. Presenta una alta esperanza de vida, como es habitual en poblaciones desarrolladas, destacando en el tramo de 80 años y más la población de mujeres que suponen el 63,5% del total de la población en dicho tramo.

La base de la pirámide ha ido reduciéndose desde los años 70 hasta nuestros días (grupo de 0-4 años), en tanto que más del 50% de la población se concentra en el tramo de edad de entre 20 y 59 años.

En Extremadura, los jóvenes y los mayores de 65 años son más representativos que a nivel nacional, a la vez que los efectivos de población activa, entre 20 y 64 años, son más significativos para el total de España (Gráficos 10.1 y 10.2).

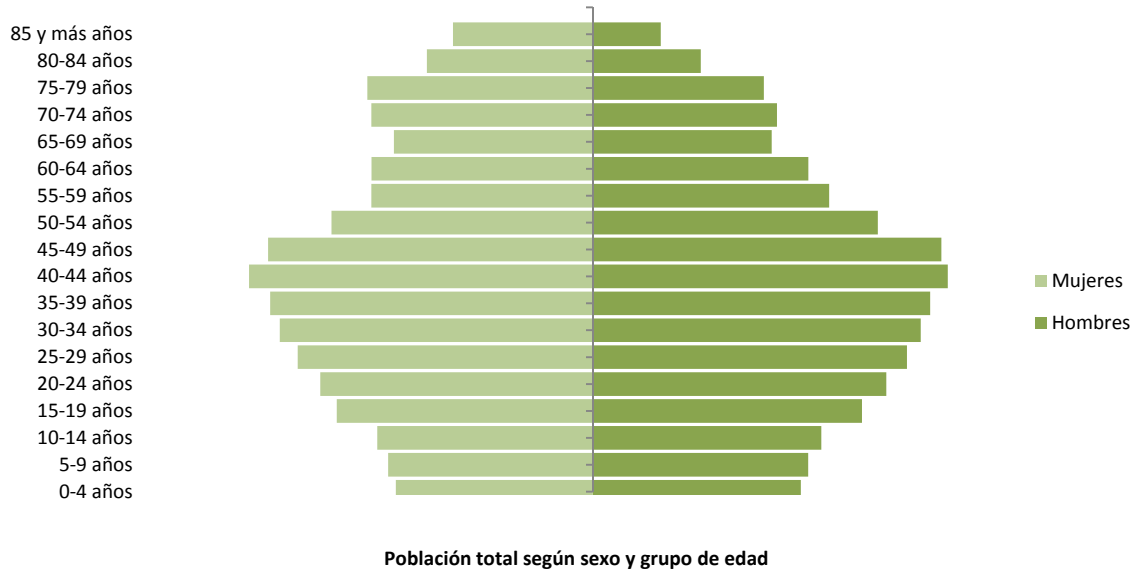


Gráfico 10.1. Pirámide de población en Extremadura en el año 2009 (INE, 2010).

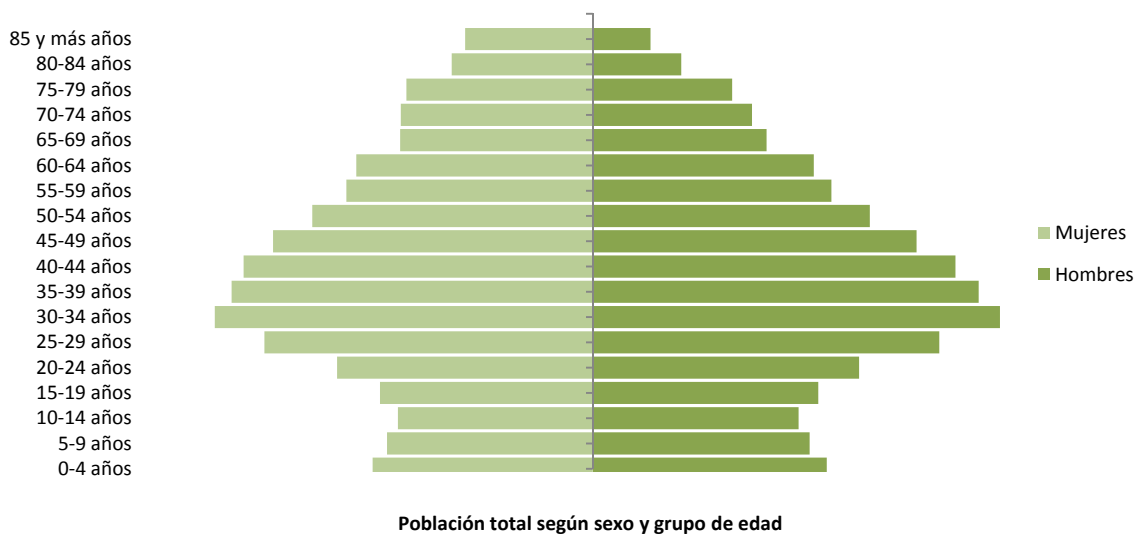


Gráfico 10.2. Pirámide de población en España en el año 2009 (INE, 2010).

El envejecimiento de la población es una característica de la sociedad europea desde la segunda mitad del siglo XX. Sin embargo, en el caso de la Comunidad extremeña este proceso es más pronunciado que en el resto del país, ya que los mayores de 65 años, suponen en la región el 18,99% del total de la población, mientras que la media española se sitúa en el 16,65% (Tabla 10.4).

Tabla 10.4. Población por tramo de edad en la Comunidad Autónoma de Extremadura en el año 2009 (INE, 2009).

EDAD	TOTAL AMBOS SEXOS EN EXTREMADURA	EXTREMADURA	ESPAÑA	TOTAL AMBOS SEXOS EN ESPAÑA
		% de cada intervalo de edad respecto del total	% de cada intervalo de edad respecto del total	
00-04	51.062	4,63	5,19	2.424.045
05-09	52.958	4,80	4,83	2.255.617
10-14	55.984	5,08	4,57	2.138.218
15-19	66.198	6,00	5,00	2.339.181
20-24	71.355	6,47	5,96	2.785.825
25-29	76.803	6,97	7,71	3.601.767
30-34	80.793	7,33	8,96	4.190.045
35-39	83.204	7,55	8,53	3.987.219
40-44	88.090	7,99	8,13	3.799.492
45-49	84.869	7,70	7,35	3.434.704
50-54	68.879	6,25	6,37	2.976.008
55-59	57.719	5,24	5,54	2.588.971
60-64	55.070	5,00	5,22	2.441.811
65 años y más	209.426	18,99	16,65	7.782.904
<b>TOTAL</b>	<b>1.102.410</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>46.745.807</b>

La población infantil extremeña, menor de cuatro años, supone el 4,63% de la población total, mientras que a nivel nacional este tramo de edad representa el 5,19% (Tabla 10.4). Este porcentaje es indicativo de que en Extremadura la tasa bruta de natalidad lleva años estando por debajo de la media existente a nivel estatal.

Entre los indicadores que reflejan la estructura por edades y su influencia en la dinámica de la población destaca el **índice de envejecimiento**, que representa la proporción de la población mayor de 65 años con respecto a la menor de 20 años y que ha aumentado de forma significativa en el periodo 2000-2009, siendo este incremento mayor en Extremadura que en el resto de España (Gráfico 10.3).

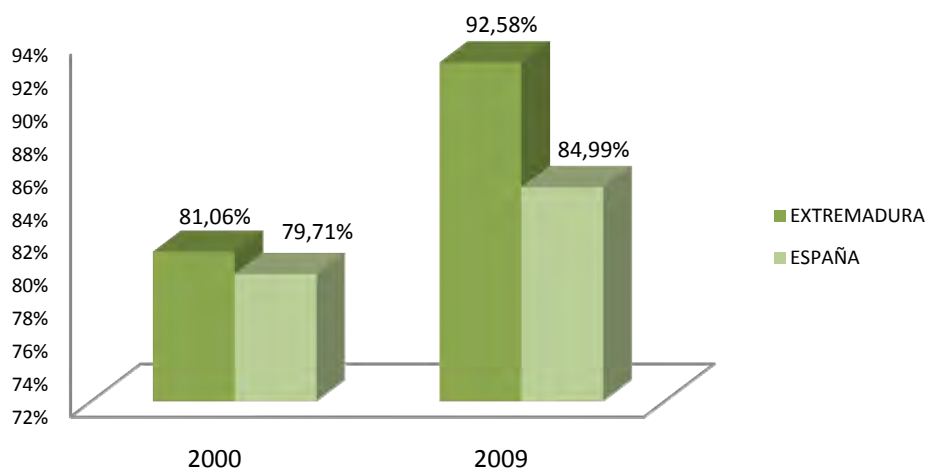


Gráfico 10.3. Evolución del índice de envejecimiento en Extremadura y en España en el periodo 2000-2009 (INE, 2010).

En cuanto al **índice de vejez**, número de mayores de 65 años y más por cada 100 habitantes, a uno de enero de 2008 (último año en el que se dispone de este dato), fue del 18,9% en la Comunidad extremeña, superior al registrado en el resto de España que se situó en el 16,5%. Por provincias, la de Cáceres presenta un índice de vejez 3,4 puntos porcentuales por encima de la de Badajoz y 2,1 puntos por encima del valor correspondiente al total de la región.

España, junto con Irlanda, encabezaba la lista de **fecundidad** en Europa en 1976, con 2,80 hijos por mujer. En el año 2000 sin embargo, el país se situaba en el último puesto con 1,23 hijos, aumentando a partir de ese año hasta situarse en 1,46 en el 2008, cifra muy similar a la de otros países de la Unión Europea como Grecia o Portugal.

Los indicadores demográficos nacionales muestran signos de recuperación desde el año 2006 después de un largo periodo de declive. La evolución de la natalidad empieza a enderezarse. Así, la **tasa bruta de natalidad**, por cada 1.000 habitantes, se situó en 11,37 en el año 2008 debido en gran medida a la aportación de la población inmigrante.

En Extremadura, donde la contribución de los inmigrantes al aumento de la natalidad es menos significativa, se aprecia esta recuperación pero de una forma más lenta y sobre todo a partir del 2008, año en el que la tasa bruta de natalidad subió hasta situarse en 9,94. El número de hijos por mujer también se ha elevado en ese año, situándose en 1,374, pero sigue estando por debajo de la media estatal, 1,46.

Al mismo tiempo, la **edad media a la maternidad** ha experimentado un progresivo incremento desde finales de la década de los ochenta tanto a nivel nacional como regional, situándose en 30,83 en el caso de España y 30,97 en la Comunidad de Extremadura.

Los datos registrados distan mucho de alcanzar la tasa de reemplazo generacional, que se refiere al número de hijos que han de tener las mujeres en un determinado país para mantener en el futuro su población. Como mínimo, cada mujer en edad fértil debe aportar 2,3 hijos para cubrir al menos las bajas de los padres al morir. Por debajo de esa tasa se inicia la tendencia al "crecimiento cero" de la población.

Si bien el descenso de la fecundidad ha sido el desencadenante principal del envejecimiento, éste también es consecuencia del incremento de la **esperanza de vida al nacer**, indicador global de la salud de una población que indica los años de vida esperados para un individuo nacido en el año de estudio, siempre que se mantengan las condiciones de mortalidad actuales. Se utiliza para comparar las condiciones de mortalidad de distintas poblaciones y no ha dejado de mejorar en los últimos años, tanto a nivel estatal como regional, situándose alrededor de los 81 años en ambos casos.

La esperanza de vida ha sido, junto con la mortalidad infantil, la manera clásica de aproximarse a los estados de salud de las poblaciones y es uno de los indicadores más utilizados para medir los niveles sociosanitarios y de mortalidad. En cuanto a la tasa de mortalidad infantil, por cada 1.000 nacidos, se sitúa en torno al 3,3 en el conjunto de la nación y es algo superior en el caso de la región extremeña, 3,6.

Respecto a la **tasa bruta de mortalidad**, por cada 1.000 habitantes, se posicionó en la región en el año 2008 en 9,67, esto es 1,2 puntos por encima de la media nacional. Estos datos se han mantenido invariablemente superiores a los registrados en el conjunto de la nación durante los últimos años.

El **Sistema Sanitario Público Extremeño** se ordena en ocho Áreas de Salud, que constituyen el marco territorial y poblacional de la Atención Primaria en Extremadura. Su delimitación responde a factores geográficos, demográficos, socioeconómicos, de infraestructuras de comunicación y viarias, epidemiológicos, laborales, culturales, así como de recursos y comarcas existentes.

Las ocho Áreas de Salud de la Comunidad, esto es, Badajoz, Mérida, Don Benito-Villanueva de la Serena, Llerena-Zafra, Cáceres, Coria, Plasencia y Navalmoral de la Mata, se dividen a su vez en 113 zonas de salud aprobadas en Extremadura. Del total de éstas, 110 son las que están en funcionamiento, el mayor número de ellas en Cáceres.

La región cuenta de este modo, con 110 Centros de Salud a 31 de diciembre de 2009, cuatro más que el año anterior, 414 consultorios locales y 129 puntos de atención continuada.

Cada una de las Áreas de Salud dispone de un hospital de área y, en algunos casos, existen otros hospitales complementarios constituyendo los Complejos Hospitalarios, que actúan funcional y estadísticamente como un solo centro hospitalario. Extremadura contaba, a 31 de diciembre de 2009, con 25 de estos centros y un total de 4.147 camas instaladas.

Existen además en la Comunidad, centros pioneros en materia de salud como el Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón (CCMIJU) de Cáceres, que es una institución dedicada a la investigación y transferencia del conocimiento en técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas y que está soportado por dos figuras jurídicas; por un lado un Consorcio público formado por la Junta de Extremadura, la Universidad de Extremadura y la Diputación Provincial de Cáceres y por otro una Fundación privada. Integra además a la Diputación de Badajoz y otras entidades públicas y privadas.



En cuanto al **personal hospitalario por cada 100 camas en funcionamiento**, se observa que en la Comunidad de Extremadura, tanto en el caso de los médicos como en el del personal de enfermería, la evolución lleva varios años siendo claramente ascendente, llegando a producirse un incremento en el número de médicos por cada 100 camas de más del 129% en la región en el periodo 1996-2007 y de más del 57% en el caso del personal de enfermería en la Comunidad en ese mismo periodo, siguiendo la misma línea que en el resto del país (Tabla 10.5).

Tabla 10.5. Personal hospitalario por cada 100 camas en funcionamiento en Extremadura y en España (INE, 2009).

AÑOS	EXTREMADURA	ESPAÑA	EXTREMADURA	ESPAÑA
	Médicos por cada 100 camas en funcionamiento	Médicos por cada 100 camas en funcionamiento	Personal enfermería por cada 100 camas en funcionamiento	Personal enfermería por cada 100 camas en funcionamiento
1996	25,59	30,22	51,14	62,63
1997	28,18	31,39	57,14	64,32
1998	28,94	32,42	62,37	66,14
1999	31,58	33,76	64,46	68,17
2000	31,86	34,76	65,46	70,00
2001	35,32	36,39	68,32	73,17
2002	36,17	38,53	71,96	75,88
2003	37,18	40,82	73,89	78,41
2004	40,71	42,84	76,72	80,81
2005	41,86	43,86	77,01	83,09
2006	56,93	63,43	82,20	92,83
2007	56,45	66,72	80,49	96,70

En lo referente a los **índices de dotación hospitalaria**, se aprecia que los quirófanos públicos existentes por cada 10.000 habitantes en Extremadura en el año 2007 eran 6,22, mientras que a nivel estatal este índice se situó en 5,81. Similar comportamiento se observa en el número de incubadoras totales, tanto públicas como privadas, por cada 10.000 niños nacidos en el año 2006: 54,31 en la región frente a 61,28 a nivel nacional; y en cuanto a los paritorios totales en funcionamiento por cada 10.000 mujeres en edad fértil, el índice fue en el año 2005 de 0,87 en el caso de la Comunidad y de 0,64 en el de España (INE, 2009).

El **Servicio Extremeño de Salud** es una de las organizaciones más importantes de Extremadura, tanto por el volumen de recursos que maneja como por el número de efectivos con el que cuenta, más de 16.000 profesionales. A su vez, posee un gran arraigo social ya que está presente en todas y cada una de las localidades extremeñas, por pequeñas que éstas sean.

El Servicio Extremeño de Salud realiza una gran cantidad de actuaciones. Así, durante el año 2008, se llevaron a cabo más de nueve millones de consultas médicas en Atención Primaria, cinco millones y medio de consultas de Enfermería en Atención Primaria, un millón y medio de atenciones en Atención Continuada de Atención Primaria, más de seis mil atenciones por las Unidades Móviles de Emergencias.

En Atención Especializada se realizaron más de cien mil ingresos hospitalarios con 6,65 días de estancia media, casi setenta y ocho mil intervenciones quirúrgicas, un millón y medio de consultas especializadas, diez mil partos con un 28% de cesáreas, 60 trasplantes de órganos y 117 extracciones de órganos, casi quinientas mil urgencias hospitalarias, veintitrés mil mamografías, cincuenta mil TAC y dieciocho mil RMN (Memoria del Servicio Extremeño de Salud 2008, 2009).

En Salud Pública se realizaron multitud de actuaciones, como la admisión a tratamientos de desintoxicación de unos tres mil usuarios, varios cientos de ingresos en comunidades terapéuticas y se repartieron miles de kit antiSIDA y preservativos, entre otras muchas. Se administraron además, medio millón de dosis de vacunas, se realizaron miles de actuaciones en inspecciones alimentarias, inspecciones en actividades cinegéticas, control de matanzas domiciliarias, formación de manipuladores de alimentos, control de piscinas, aguas de abastecimiento, aguas envasadas, campamentos, albergues y balnearios, programas de salud, etc. (Memoria del Servicio Extremeño de Salud 2008, 2009).

## 10.2. Impactos del cambio climático sobre la salud

El cambio climático supone una gran amenaza para el ser humano, ya que puede incidir de manera decisiva en la salud de la población. La salud humana se verá afectada de múltiples formas, dado que la variación del ciclo de precipitaciones y de las temperaturas producirá cambios en la fisiología humana, alterando los comportamientos y provocando migraciones forzadas. Además efectos derivados de eventos climáticos extremos como las olas de calor pueden agravar la propagación de enfermedades transmitidas por alimentos, agua o vectores, o acarrear otros efectos, como las inundaciones.

Es probable que los primeros cambios detectables en la salud humana consistan en modificaciones de los límites geográficos, tanto latitud como altitud, y la estacionalidad de ciertas enfermedades infecciosas, en particular las transmitidas por vectores como la malaria y el dengue, y por alimentos como la salmonelosis, cuya frecuencia es máxima en los meses más cálidos. Tanto en verano como en invierno, unas temperaturas medias más altas, combinadas con una mayor variabilidad climática, alterarán el patrón de exposición a temperaturas extremas y las consiguientes repercusiones en la salud. Por el contrario, las consecuencias en la salud pública de la alteración de los ecosistemas naturales y gestionados que producen alimentos, la subida del nivel del mar y los desplazamientos demográficos por peligros físicos, pérdida de tierras, perturbaciones económicas y conflictos civiles probablemente no se manifiesten hasta pasados varios decenios (OMS, 2003).

No sólo la salud humana será vulnerable a los efectos del cambio climático, los sistemas sanitarios también serán sensibles a la variación de los fenómenos climáticos. Sin duda, esta nueva situación puede tener un impacto en los sistemas sanitarios al hacer crecer la demanda de los servicios de salud por encima de sus capacidades. También puede perturbar su capacidad para afrontar la demanda, fragilizando las infraestructuras, la tecnología y la disponibilidad de personal. Estos aspectos tienen relación con la preparación y respuesta ante emergencias (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009).

El cambio climático y sus impactos en la salud pública, se consideran un reto destacado a la hora de proteger a los ciudadanos frente a los riesgos sanitarios; por eso, en la mayoría de sistemas de salud pública ya existen medidas que abordan estos riesgos, aunque han de adaptarse a la nueva situación y sus necesidades (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009).

En términos generales, un cambio de las condiciones climáticas puede tener tres tipos de repercusiones en la salud; repercusiones más o menos directas, causadas en general por fenómenos climáticos extremos; consecuencias para la salud de diversos procesos de cambio ambiental y perturbación ecológica resultantes del cambio climático y, por último, consecuencias para la salud como las traumáticas, infecciosas, nutricionales, psicológicas y de otro tipo, que se producen en poblaciones desmoralizadas y desplazadas a raíz de perturbaciones económicas, degradaciones ambientales y situaciones conflictivas originadas por el cambio climático (OMS, 2003) (Tabla 10.6).

Tabla 10.6. Resumen de las principales consecuencias del cambio climático en el sector sanitario.

Consecuencias del cambio climático	Efectos derivados en el sector sanitario	Positivo / Negativo
Incremento de la temperatura	Incremento de la mortalidad y morbilidad de la población	Negativo
	Aumento del estrés de la población (efectos inmunodepresores)	Negativo
	Incremento de nefrolitiasis (cálculos renales)	Negativo
	Incremento de la contaminación atmosférica	Negativo
	Aumento de radiaciones ultravioletas (cáncer de piel y cataratas)	Negativo
	Disminución de muertes por frío	Positivo
	Aumento de enfermedades infecciosas transmitidas por vectores y roedores	Negativo
Variación del ciclo de precipitaciones	Disminución de cantidad y calidad de recursos hídricos disponibles para consumo humano	Negativo
	Aumento de enfermedades transmitidas por agua o alimentos	Negativo
	Mayor gasto de distribución y potabilización de aguas	Negativo
	Incrementar y agravar patologías alérgicas	Negativo
	Disminución de parásitos con fase de ciclo biológico en agua	Positivo
Fenómenos climáticos extremos	Disminución de la productividad de recursos agrarios (hambrunas)	Negativo
	Aumento de muertes por olas de calor	Negativo
	Incremento del número de incendios	Negativo
	Disminución de muertes por olas de frío	Positivo
	Daño en la población e infraestructuras debido a tormentas y lluvias intensas	Negativo
	Ciclones tropicales más acentuados	Negativo
	Agravamiento de hambrunas debido a largos periodos de sequías	Negativo

### Incremento de las temperaturas

El cambio climático provocará un aumento de las temperaturas medias de los días y las noches en gran parte de la superficie terrestre (IPCC, 2007). El incremento de las temperaturas podría producir un ascenso de mortalidad causada por el calor en Europa, cambios en los vectores de enfermedades infecciosas en ciertas partes de Europa, y adelantos y aumentos de la producción de pólenes alérgicos en el Hemisferio Norte, en latitudes altas y medias (IPCC, 2007).

La preocupación en materia sanitaria relacionado con el aumento de las temperaturas medias anuales, estriba en el incremento de la mortalidad y morbilidad de la población, ya que un ascenso moderado de las temperaturas podría agravar enfermedades como las respiratorias, cardiovasculares, o inmunodepresoras. Este impacto se desarrollará más adelante cuando se expongan los efectos de las olas de calor.

Si bien las personas de mayor edad representan el colectivo más vulnerable a un incremento general de las temperaturas, no se puede pasar por alto a los niños y personas enfermas. En relación a estas últimas, el ascenso de temperaturas puede afectarles de manera decisiva, ya que el calor aumenta el grado de estrés de la población, lo que hace disminuir las barreras defensivas corporales, agravando los problemas previos de salud. La disminución de las defensas es especialmente preocupante en personas con enfermedades inmunodepresoras, como el VIH/SIDA, o en personas que debido al tratamiento para otras enfermedades disponen de escasas defensas, como es el caso de los tratamientos de quimioterapia.

Otro factor a tener en cuenta, es el posible incremento de nefrolitiasis (cálculos renales) cuya incidencia está directamente relacionada con la temperatura media de la latitud donde se habita, siendo más predominante en latitudes cálidas. El aumento medio del calor incidirá negativamente en este problema de salud, que podría agravarse aún más debido al previsible deterioro de la calidad del agua potable (Castro *et al.*, 2009).

Por otro lado, el ascenso de las temperaturas provocará un mayor consumo energético para la aclimatación principalmente de edificios. Este incrementará la emisión de gases de efecto invernadero, provocando un aumento de la contaminación

atmosférica<sup>1</sup>, lo que repercutirá en una menor calidad del aire. Esta disminución de la calidad del aire, junto a las consecuencias del cambio climático, agravarán aún más los problemas de salud. Los efectos para la salud de la exposición a la contaminación atmosférica son múltiples y de diferente severidad, siendo los sistemas respiratorio y cardiocirculatorio los más afectados. Se ha demostrado que incluso niveles de calidad del aire por debajo de los umbrales de calidad considerados como seguros, producen efectos nocivos para la salud (Künzli *et al.*, 2000).

En relación a la contaminación, el efecto de las partículas contaminantes sobre la mortalidad es mayor en las ciudades de clima más cálido. Por otro lado, en los meses cálidos podría aumentar la susceptibilidad de algunos individuos a la contaminación debido a procesos tales como el aumento del efecto de las partículas sobre el sistema de regulación de la viscosidad plasmática (Castro *et al.*, 2009). Así se ha descrito la influencia de la asociación del SO<sub>2</sub> (Ballester *et al.*, 1996, Michelozzi *et al.*, 1998); y de las partículas (Biggeri *et al.*, 2001, Ballester *et al.*, 2001) sobre la mortalidad y la morbilidad cardiovascular. Esto podría deberse, por un lado, a la mayor exposición de la población a la contaminación atmosférica, ya que durante la época estival se pasa más tiempo al aire libre y, por otro lado, en los meses cálidos podría aumentar la susceptibilidad a la contaminación (Pekkanen *et al.*, 2000).

La Organización Mundial de la Salud considera la contaminación atmosférica como una prioridad en materia sanitaria a nivel mundial y se estima que es responsable de 1,4% de todas las muertes en el mundo (Cohen *et al.*, 2003). La gravedad de sus efectos está determinada por el tipo de contaminante y el tiempo de exposición al mismo, así como otros factores como la edad, el sexo, los hábitos de vida, o la ocupación de la población.

Entre el 1,8% y el 6,4% de todas las muertes de los niños europeos de 0 a 4 años serían atribuibles a la contaminación atmosférica en exteriores, y el 4,6% a la exposición al aire contaminado en el interior de los edificios (Valent *et al.*, 2004). La persistencia de situaciones de mala calidad del aire, o su posible empeoramiento, puede representar un compromiso para la salud de los niños (Moreno *et al.*, 2005).

La contaminación atmosférica, afecta a la salud principalmente por la cantidad de partículas en el aire y los niveles de ozono.

La contaminación atmosférica está relacionada con la incidencia de casos de cáncer de pulmón en la población debido a una mayor concentración de partículas finas (PM<sub>2,5</sub>)<sup>2</sup> y óxidos de azufre en el ambiente por enfermedades relacionadas con el aparato circulatorio y por cáncer de pulmón. Cada aumento de 10 µg/m<sup>3</sup> en los niveles atmosféricos de partículas finas se asocia con aproximadamente un aumento de un 4% del riesgo de morir por cualquier enfermedad, un 6% por enfermedades relacionadas con el aparato circulatorio y un 8% de riesgo de morir por cáncer de pulmón (Pope *et al.*, 2002).

Los efectos más significativos del cambio climático pueden ser los relacionados con el ozono, ya que se considera un competente tóxico. El ozono (O<sub>3</sub>) se forma por la acción de la radiación ultravioleta del sol sobre los óxidos de nitrógeno, en presencia de compuestos orgánicos volátiles y otros contaminantes (Castro *et al.*, 2009). En las capas más altas de la atmósfera, el ozono troposférico sirve como filtro solar y protege de los niveles elevados de radiación ultravioleta procedente del sol. Sin embargo, al nivel del suelo puede ser perjudicial para la salud de la población, ya que es un importante oxidante fotoquímico, que tiene efectos nocivos sobre el sistema respiratorio y, por lo tanto, el ozono troposférico se considera un serio contaminante del aire.

Una exposición puntual, o de corta duración, a una concentración de ozono puede afectar de forma temporal a los pulmones, el tracto respiratorio y los ojos, aumentando la susceptibilidad a los alérgenos respiratorios, mientras que una exposición a largo plazo a concentraciones de ozono relativamente bajas puede provocar una disminución de la función pulmonar.

Por tanto, los principales efectos adversos del ozono están relacionados con el sistema respiratorio, ya que produce una disminución de la función pulmonar, agravamiento del asma. Todo ello, provocará un aumento de visitas a urgencias, de ingresos hospitalarios y, probablemente, un aumento de la mortalidad. Los más jóvenes, con hiperreactividad de vías aéreas, como los asmáticos, constituyen el grupo más sensible a los efectos del ozono (Castro *et al.*, 2009).

Las concentraciones de ozono son normalmente bajas en los centros urbanos con mucho tráfico y suelen ser superiores en las afueras y en zonas rurales, especialmente en los días soleados de épocas estivales. A diferencia de otros contaminantes del aire, los niveles de ozono suelen ser menores en zonas urbanas contaminadas. Esto se debe a que el ozono desaparece cuando reacciona con otros contaminantes, como el óxido nítrico.

---

<sup>1</sup> Por contaminación atmosférica se entiende la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgos, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza (Moreno *et al.*, 2005).

<sup>2</sup> Las PM<sub>2,5</sub> Son diminutas partículas sólidas o líquidas con diámetro inferior a 2,5 micras.

En los últimos años, ha crecido la concentración de ozono en Europa central y sudoccidental, sin embargo no hay proyecciones detalladas sobre los futuros efectos del cambio climático en la contaminación atmosférica; ni siquiera los estudios recientes al respecto cuantifican de qué manera puede el cambio climático influir en los niveles de calidad del aire (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009).

De todo esto se concluye que las acciones serán determinantes para controlar cualquier aumento futuro de las enfermedades respiratorias y la mortalidad (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009).

Otro efecto en la salud deriva de la posible evolución de la radiación ultravioleta. La subida de las temperaturas modificará las pautas de comportamiento de la población, influyendo en la manera de vestir y en el tiempo pasado al aire libre, lo que puede hacer que en algunas regiones la población se encuentre más expuesta a los rayos ultravioleta (Confalonieri *et al.*, 2007). En último término esta situación podría derivar en el incremento de la incidencia de cáncer de piel, incluido el melanoma maligno, y cataratas en la población (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009). Además, dado que las radiaciones ultravioletas, alteran la química molecular de la fotosíntesis, podría afectar a la producción mundial de alimentos, y contribuir así a los problemas nutricionales y de salud que aquejan a las poblaciones con inseguridad alimentaria (OMS, 2003).

Debe destacarse que no todos los cambios relacionados con el incremento de temperaturas son negativos para la salud humana. Es muy probable que los días fríos, y las noches frías y con heladas sean menos frecuentes en la mayoría de áreas terrestres y que las áreas templadas, los inviernos más suaves causen menos muertes y enfermedades relacionadas con el frío (IPCC, 2007).

En general, la disminución de las temperaturas medias ambientales repercutirá en la mejora de la calidad de las condiciones ambientales en el interior de las casas. Además, las personas que realicen trabajos al aire libre se verán menos afectados por el frío durante la temporada invernal, lo que hará que mejore su productividad. Como se ha comentado con anterioridad en el sector agrícola (Capítulo 4), un aumento moderado de las temperaturas producirá un incremento de la productividad de ciertos cultivos, por lo tanto la producción de alimentos se beneficiará de una temporada de crecimiento más larga y de más precipitaciones, paliando los efectos de las hambrunas (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009).

Sin embargo, la variación de las condiciones climáticas puede ejercer un grave efecto sobre la incidencia de enfermedades infecciosas transmitidas por vectores y roedores, condicionar cambios evolutivos y ambientales, que determinen la aparición de enfermedades infecciosas, sobre la distribución temporal y espacial así como sobre la dinámica estacional e interanual de patógenos, vectores, hospedadores y reservorios. De esta manera ciertas condiciones que en principio serían adversas para el desarrollo de algunas enfermedades podrían tornarse en óptimas debido a las variaciones climáticas (Moreno *et al.*, 2005).

Además se prevén modificaciones en la transmisión de enfermedades infecciosas por vectores como mosquitos y garrapatas, al alterarse su distribución geográfica, sus temporadas de actividad y el tamaño de su población (Confalonieri *et al.*, 2007).

La temperatura es un factor crítico en el proceso de infección, ya que determina la supervivencia del vector, condiciona la tasa de crecimiento de la población de vectores, cambia la susceptibilidad del vector a los patógenos, modifica el período de incubación extrínseca del patógeno en el vector y modula la actividad y el patrón de la transmisión estacional. El período de actividad estacional de muchas especies puede ampliarse cuanto más se prolonguen las condiciones climáticas favorables (Moreno *et al.*, 2005).

En los últimos 100 años, en Europa se ha producido un incremento de la temperatura en unos 0,8 °C, aunque no ha ocurrido de forma uniforme a lo largo del territorio europeo, ni durante las estaciones del año. En este sentido, son las regiones situadas al norte del continente donde se ha experimentado un mayor incremento de las temperaturas y del mismo modo ha ocurrido durante la estación invernal. De seguir esta tendencia, es posible que se produzca una disminución de la mortalidad vectorial durante los inviernos, incrementándose la incidencia de enfermedades (Moreno *et al.*, 2005).

Es evidente que el cambio climático influye en la incidencia de muchas enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, pero no se puede pasar por alto que existen otros factores como la composición atmosférica, la urbanización, el desarrollo económico y social, el comercio internacional, las migraciones humanas, el desarrollo industrial, el uso de la tierra-regadíos-desarrollo agrícola (Suthers, 2004) que también ejercen un efecto decisivo en la incidencia de las enfermedades (Moreno *et al.*, 2005).

**Principales enfermedades infecciosas y parásitas afectadas por el cambio climático**

En España ciertas enfermedades podrían verse potenciadas por el cambio climático, ya que la proximidad con el continente africano y su posición estratégica como lugar de tránsito de aves migratorias y personas, unido a las condiciones climáticas, elevan la vulnerabilidad a la transmisión de nuevas enfermedades vectoriales; por ello, en España se producirán modificaciones en la distribución y virulencia de las enfermedades vectoriales (Tabla 10.7) (Moreno *et al.*, 2005).

Tabla 10.7. Principales enfermedades vectoriales susceptibles de ser influidas por el cambio climático (Moreno *et al.*, 2005).

Enfermedad	Agente	Vector	Clínica
Malaria	<i>Plasmodium sp.</i>	Mosquito	Fiebres palúdicas
Dengue	<i>Flavivirus</i>	Mosquito	Fiebre viral hemorrágicas
Leishmaniosis	<i>Leishmania sp.</i>	Mosquito	Kala- azar
Fiebre del Valle del Rift	<i>Phlebovirus</i>	Mosquito	Fiebre viral hemorrágicas
Enfermedad del Nilo Occidental	<i>Flavivirus</i>	Mosquito	Encefalitis
Enfermedad de Lyme	<i>Borrelia burgdorferi</i>	Garrapata	Artritis, meningitis, carditis
Fiebre botonosa	<i>Rickettsia conorii</i>	Garrapata	Fiebre maculada
Fiebre de Congo Crimea	<i>Nairovirus</i>	Garrapata	Fiebre viral hemorrágica
Tifus murino	<i>Rickettsia typhi</i>	Pulga	Fiebre tífica

El incremento de la temperatura podría facilitar la aparición de casos de dengue, malaria o leishmaniosis, debido a que es un factor crítico que condiciona la supervivencia de muchos insectos que actúan como vectores infecciosos. Además, la temperatura condiciona su tasa de crecimiento, modifica la susceptibilidad a los patógenos, reduce el tiempo de incubación extrínseca del patógeno en el vector y cambia el patrón y la actividad de la transmisión estacional. Asimismo, en el caso de mosquitos, la elevada temperatura del agua, medio en el que crecen sus larvas, reduce el tiempo de maduración e incrementa el número de crías durante la estación de transmisión (Castro *et al.*, 2009).

**a. Enfermedades transmitidas por mosquitos**

Malaria

La malaria, también llamada paludismo, es una enfermedad parasitaria que se transmite a los humanos por la picadura de hembras de mosquitos *anopheles*<sup>3</sup> infectados. En los humanos, los parásitos (llamados esporozoítos) migran hacia el hígado, donde maduran y se convierten en merozoítos, los cuales penetran el torrente sanguíneo e infectan los glóbulos rojos.

En la actualidad, las probabilidades de contraer la malaria en España son muy bajas, ya que las condiciones climáticas no son óptimas (Moreno *et al.*, 2005). No obstante, el cambio climático podría modificar las condiciones ambientales aumentando el área con condiciones óptimas para el desarrollo de los vectores transmisores de la enfermedad.

Las predicciones para el año 2050 no reflejan a la Península Ibérica como escenario de transmisión palúdica, pero sí a la costa marroquí (Rodgers y Randolph, 2000). No obstante, cabría la posibilidad de que vectores africanos susceptibles a cepas de *Plasmodium* tropicales, pudieran invadir la parte sur la Península Ibérica (López-Vélez y García, 1998), aunque también se reduciría la exposición de la población al aumentar la vida bajo el aire acondicionado (Reiter, 2001).

El posible aumento del riesgo de malaria en diversas partes de Europa se ha investigado con varios modelos. Si bien actualmente es difícil hacer predicciones exactas, hay acuerdo en que el riesgo general de transmisión de la malaria relacionado con el cambio climático local es muy pequeño, sobre todo en lugares donde hay servicios sanitarios adecuados y un control de los mosquitos bien gestionado (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009).

<sup>3</sup> *Anopheles* es un género de mosquito de la familia Culicidae que habita en prácticamente todo el mundo incluyendo Europa, África, Asia, América y Oceanía, con especial intensidad en las zonas templadas, tropicales y subtropicales.

### Denque

El dengue es una enfermedad viral aguda transmitida por la hembra del mosquito *Aedes aegypti*, que se cría en el agua estancada. Este mosquito es predominante en los trópicos, África, el norte de Australia, Sudamérica, Centroamérica y México; aunque desde la primera década del s. XXI comenzó a aparecer en otras regiones de Norteamérica y en Europa. Aunque el principal vector de transmisión es el mosquito *Aedes aegypti* también, aunque en menor proporción, la enfermedad es transmitida por el mosquito *Aedes albopictus*.

En la actualidad, el mosquito *Aedes aegypti* parece haber desaparecido de Europa y no se encuentra por encima de 35º latitud Norte. Por el contrario, ha irrumpido en este continente *Aedes albopictus*, vector del dengue y fiebre amarilla, originario del sudeste asiático y subcontinente indio, y vector potencial de otros virus como encefalitis japonesa, encefalitis equina del este, fiebre de Ross, La Crosse, Chikungunya, fiebre del valle del Rift y West Nile (Moreno *et al.*, 2005).

La enfermedad posee una extensión geográfica similar a la de la malaria, pero a diferencia de ésta, el dengue se encuentra en zonas urbanas principalmente de los países tropicales, con epidemias explosivas que alcanzan hasta el 70% u 80% de la población (Moreno *et al.*, 2005). La modificación de los patrones de precipitaciones debido al cambio climático podría incrementar el número de casos de dengue, en ciertas zonas.

El período de incubación del mosquito es de 12 días a 30 °C, pero si la temperatura se eleva entre 32 °C y 35 °C este período se reduce a tan solo siete días. Por lo tanto, un incremento de temperatura global puede acelerar el ciclo del mosquito causante de la propagación del dengue, ampliar de manera significativa la capacidad de transmisión de la enfermedad.

### Leishmaniosis

La leishmaniosis es una enfermedad zoonótica causada por diferentes especies de protozoos del género *Leishmania*. El agente se transmite a las personas y a los animales a través de la picadura de hembras de los mosquitos pertenecientes a los géneros *Phlebotomus* y *Lutzomyia*. Sin embargo, animales silvestres como zarigüeyas, coatíes<sup>4</sup> y osos hormigueros entre otros, son portadores asintomáticos del parásito, por lo que son considerados como animales reservorios.

El ascenso de la temperatura podría acortar la maduración parasitaria dentro del vector, incrementándose el riesgo de transmisión, además de reducir el periodo de letargo invernal de los vectores, con el consiguiente aumento en el número de generaciones anuales. Por otro lado, el cambio climático podría cambiar la distribución geográfica del vector, desplazando las especies más peligrosas hacia la zona norte de la península, zonas que actualmente se encuentran libres de la enfermedad (Moreno *et al.*, 2005).

#### **b. Enfermedades transmitidas por garrapatas**

Los ixodoideos (Ixodoidea) son una superfamilia de ácaros, conocidos vulgarmente como garrapatas. Son ectoparásitos hematófagos, es decir se alimentan de sangre. Las garrapatas son los ácaros de mayor tamaño y vectores de numerosas enfermedades infecciosas entre las que destacan el tifus<sup>5</sup> o la enfermedad de Lyme<sup>6</sup>.

En España, las enfermedades más importantes transmitidas por garrapatas son la fiebre botonosa y la borreliosis de Lyme. Las garrapatas más difundidas son *Rhipicephalus sanguineus*, la "garrapata común del perro" implicada en la transmisión de la fiebre botonosa mediterránea e *Ixodes ricinus* implicada en la transmisión de la enfermedad de Lyme (Moreno *et al.*, 2005).

Las garrapatas pueden llegar a sobrevivir a temperaturas de hasta -7 °C, recuperando la actividad vital a los 4 °C ó 5°C, mostrando alta sensibilidad a mínimos cambios de temperatura y a la disminución de la humedad, que reduce notablemente la viabilidad de los huevos (Moreno *et al.*, 2005). Por lo que un descenso de las precipitaciones a causa del cambio climático, en principio, podría frenar la transmisión de ciertas enfermedades, como la encefalitis transmitida por garrapatas, que mantendría aún más alejados de España los focos de esta enfermedad (Moreno *et al.*, 2005).

---

<sup>4</sup> Los coatíes (género *Nasua*), también llamados cusumbes, cuchuchos, guaches, gatos solos o pizotes, son tres especies de pequeños mamíferos omnívoros de la superfamilia Canoidea y la familia de los prociónidos. Habitan en América desde el sur de Estados Unidos hasta el extremo noreste de las provincias argentinas de Córdoba y Entre Ríos y el noroeste de Uruguay. Están adaptados principalmente a biomas cálidos y templados en los que predomine una forestación densa.

<sup>5</sup> El tifus es un conjunto de enfermedades infecciosas producidas por varias especies de bacteria del género *Rickettsia*, transmitidas por la picadura de diferentes artrópodos como pulgas, ácaros y garrapatas que portan diferentes aves y mamíferos.

<sup>6</sup> El Lyme, también conocida como borreliosis, es una enfermedad infecciosa causada por la bacteria *Borrelia burgdorferi*, que es transmitida por las garrapatas.

En la Unión Europea, la distribución geográfica de las garrapatas se está desplazando hacia el norte y llega a alcanzar altitudes mayores; además, la evolución hacia inviernos más suaves puede llevar a una expansión de la población de garrapatas y, por lo tanto, aumentar la exposición humana a la borreliosis de Lyme y a la encefalitis transmitida por la garrapata (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009).

La especie *Ixodes ricinus* está presente en la cornisa cantábrica, la sierra de Cameros en La Rioja y algunas poblaciones aisladas en Guadarrama y el norte de Cáceres y, es muy sensible al calentamiento climático. Los modelos proyectan que la especie seguramente desaparecería del país, aunque podrían quedar poblaciones relictas en las zonas más frías de Asturias y Cantabria (Moreno *et al.*, 2005).

Sin embargo, es muy probable que garrapatas africanas, como *Hyalomma marginatum* y *Hyalomma anatolicum*, puedan colonizar hábitats nuevos en la Península Ibérica, transmitiendo enfermedades como la fiebre viral hemorrágica de Congo-Crimea. Por lo tanto, el aumento de temperatura podría dar lugar a que garrapatas importadas se adaptaran al nuevo clima y transmitieran enfermedades (Moreno *et al.*, 2005).

### c. Enfermedades transmitidas por roedores

Los roedores (Rodentia) son un orden de mamíferos placentarios con aproximadamente 2.280 especies actuales; es el orden más numeroso de mamíferos. Pueden hallarse en gran número en todos los continentes, salvo la Antártida. Los roedores más comunes son los ratones, ratas, ardillas, tamiás, puerco espines, castores, hámsteres y conejillos de indias.

Los roedores, en especial los que se encuentran en zonas urbanas, están considerados como uno de los principales vectores de transmisión de enfermedades ya que están implicados en la difusión de diversas enfermedades al ser humano y a los animales domésticos. Los roedores pueden albergar a otros vectores como garrapatas y pulgas, además, ejercen de hospedadores-intermediarios o reservorios de varias enfermedades; por lo tanto son un importante vehículo transmisor de enfermedades, amplificado por su forma de vida en grupo y por su proximidad con el hombre.

Los roedores, y en especial las ratas, son difusoras de enfermedades como la peste, que es ocasionada por un bacilo (*Yersinia pestis*), responsable de la muerte de 25 millones de personas en el siglo XIV, el tifus murino, la erupción Rickettsial, la salmonelosis, la disentería, la leptospirosis, la rabia, el cólera o el hantavirus<sup>7</sup>, entre otras.

El incremento de las temperaturas unido a una variación del ciclo de precipitaciones, podría provocar largos periodos de sequía que darán lugar al descenso del número de predadores naturales de los roedores incrementando de este modo la población de los mismos (Moreno *et al.*, 2005).

### Variación del ciclo de precipitación

El cambio climático conlleva la variación del ciclo de precipitaciones, muy probablemente aumentarán las precipitaciones en latitudes altas y disminuirán en la mayoría de las regiones terrestres subtropicales (IPCC, 2007).

La disminución de las precipitaciones provocará una merma de la cantidad y calidad de los recursos hídricos disponibles para consumo humano; esto causará problemas sanitarios importantes relacionados con una mala calidad del agua que se consume.

La reducción de los caudales de agua en épocas estivales incrementará el potencial de contaminación bacteriana y química, que puede afectar a la salud de la población. Asimismo, las temperaturas más altas del agua pueden favorecer la proliferación de algas dañinas (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009). La mala calidad del agua puede afectar no sólo a la salud de la población sino también puede incrementar la mortalidad de los peces, acrecentándose aun más la contaminación de los recursos. Paralelamente, el aumento de la temperatura en verano previsiblemente producirá una mayor demanda de agua potable para la bebida, la refrigeración o la higiene personal.

También es probable que los puntos de captación de agua potable y las zonas acuáticas de recreo sufran una contaminación cada vez mayor debido al incremento de la concentración de bacterias fecales, afectando al turismo. Además, la escasez de

---

<sup>7</sup> Hantavirus, enfermedad transmitida al humano a través de las excreciones, saliva u orina de las ratas, se contagia cuando el ser humano respira el aire en contacto con estas excreciones infectadas, aunque también puede contagiarse a través de una mordedura, o al estar en contacto con estos animales y llevar alguna de las partes que estuvo en contacto con la rata a la nariz o la boca. Puede causar fiebre hemorrágica con síndrome renal, y el síndrome de malestar respiratorio agudo.



agua adecuada para prácticas higiénicas habituales muy importantes para la salud, como lavarse debidamente las manos, podría agravar los brotes de enfermedades infecciosas (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009).

Una mala calidad de las aguas tanto para consumo humano como industrial puede incrementar la incidencia de enfermedades transmitidas por el agua o por alimentos.

La exposición humana a las infecciones transmitidas por el agua se produce por el contacto con agua para beber, agua para usos recreativos o alimentos contaminados. La contaminación puede deberse a acciones humanas, como el vertido incorrecto de aguas residuales, o a fenómenos climáticos. Las precipitaciones pueden influir en el transporte y la propagación de agentes infecciosos, y la temperatura afecta a su desarrollo y supervivencia (OMS, 2003). Por lo tanto, la escasez de agua, la baja calidad y las altas temperaturas podrán favorecer el impacto de estas infecciones sobre la población (Castro *et al.*, 2009).

Es probable que aumenten las enfermedades infecciosas sensibles a las temperaturas, como las causadas por los alimentos. Las principales infecciones alimentarias son aquellas causadas directamente por microorganismos, como las amibiasis o la salmonelosis, o también por la ingestión de toxinas producidas por microorganismos, como el botulismo o la intoxicación producida por estafilococos (Castro *et al.*, 2009).

Con respecto a las precipitaciones, es posible que la variación del clima aumente la probabilidad de inviernos húmedos y veranos más secos. Si las regiones situadas al sur fueran más secas, disminuirían los humedales y en principio se produciría un efecto positivo, ya que descenderían los criaderos de mosquitos; sin embargo, podrían ascender las aguas estancadas que quedarían al secarse el lecho, las corrientes o los depósitos de agua utilizados por los horticultores para conservar el agua de lluvia apareciendo otros lugares de cría (Moreno *et al.*, 2005).

Es necesario señalar que una menor calidad del agua implicará mayor gasto en la potabilización y en el tratamiento de los recursos hídricos, y también un importante gasto en el transporte de los recursos desde el lugar donde sean abundantes hasta el lugar donde se consuman.

La Organización Mundial de la Salud (2003), afirma que una de las consecuencias del cambio climático insuficientemente conocida y que necesita seguimiento continuo se refiere a las variaciones en la polución del aire y en sus niveles de aeroalérgenos. Respecto a estos últimos, las modificaciones del calendario de floración de muchas especies (García-Mozo *et al.*, 2002) supondrán un período más prolongado de presencia polínica en el aire, con las consecuentes repercusiones sanitarias: aumento del número de pacientes con alergia y del período de duración de los síntomas alérgicos, ascenso del gasto farmacéutico derivado, mayor absentismo laboral y escolar, incremento de las urgencias hospitalarias e incluso modificaciones en la temporalidad del turismo (Moreno *et al.*, 2005). Una mayor presencia de alérgenos en el aire unido a una disminución de las precipitaciones y a la contaminación atmosférica pueden incrementar y agravar las patologías alérgicas.

Los contaminantes interactúan con los pólenes a tres niveles, por una parte, incrementan su potencia alérgica, convirtiéndolos en más reactivos mediante la síntesis de nuevas proteínas específicas, y actuando como adyuvantes en la respuesta inmune (Peñuelas *et al.*, 2002, Jäger *et al.*, 1996, Behrendt *et al.*, 2001). Además, los contaminantes pueden transportar las partículas polínicas, procedentes de los granos de polen y otras partes de la planta, favoreciendo así su acceso a las vías aéreas (Velazhahan *et al.*, 1999) y finalmente, los contaminantes pueden inducir estrés oxidativo en el epitelio respiratorio (Hoffmann-Sommergruber *et al.*, 2000), provocando una respuesta infamatoria que facilita la penetración de los alérgenos (Abanades *et al.*, 2009).

Las concentraciones de polen y esporas dependen fundamentalmente de la existencia de plantas productoras de estos aeroalérgenos, cuya presencia y crecimiento está íntimamente ligado a factores climáticos. El cambio climático podría adelantar o alargar el periodo polínico para algunas especies con capacidad alérgica, también es posible que aumente la estacionalidad y duración de trastornos alérgicos. Además, el incremento en los niveles de CO<sub>2</sub> podría afectar también al crecimiento de algunas plantas y a su producción de polen (Castro *et al.*, 2009). Asimismo, las precipitaciones limpian el aire de sustancias alérgicas aéreas y de cualquier sustancia contaminante, ya que el agua al precipitar arrastra todas las sustancias presentes en el aire, mejorando la calidad del aire atmosférico.

Como efecto positivo sobre la salud humana, cabe destacar que el cambio climático puede implicar una disminución de recursos hídricos que condicione y limite el ciclo vital de vectores transmisores de enfermedades que necesitan el agua para completar su ciclo. Por ello, podría dar lugar a una disminución de los organismos patógenos dependientes de los recursos hídricos, disminuyendo de manera decisiva la incidencia en la población de las enfermedades transmitidas por los vectores que necesitan el agua para completar alguna de las fases de su ciclo vital.

Como se ha comentado en capítulos anteriores, el agua supondrá un factor limitante en la producción de cultivos y ganadera. La disminución de las precipitaciones mermará la producción agraria, lo que incrementará en gran medida el riesgo de hambrunas de la población, agravando patologías o enfermedades por una mala o deficiente alimentación. Por otro lado, el

ascenso de las temperaturas puede provocar un aumento considerable en el número de plagas y enfermedades que afectan tanto a cultivos como ganado. Este incremento de enfermedades propiciará un mayor uso de pesticidas o plaguicida para los cultivos y de vacunas o medicamentos para las afecciones del ganado, que puede afectar de manera decisiva a la salud de la población.

### Fenómenos climáticos extremos

El cambio climático conllevará un incremento de los fenómenos climáticos extremos como olas de calor, olas de frío, tormentas, tornados, sequías o inundaciones, que pueden repercutir en la salud de la población. Es el caso de las olas de calor, que incrementa la morbilidad y mortalidad de la población.

Como se he comentado con anterioridad, se prevé un ascenso de las temperaturas medias de los días y las noches en gran parte de la superficie terrestre (IPCC, 2007), que aumentará la mortalidad y morbilidad de la población, ya que una subida moderada de las temperaturas podría agravar enfermedades como las respiratorias, cardiovasculares o inmunodepresoras.

El cambio climático provocará el aumento de las temperaturas máximas diarias, unido a una mayor frecuencia y duración de días donde se alcancen estas temperaturas máximas, darán lugar al incremento de las denominadas olas de calor.

Se calcula que en los países de la Unión Europea, la mortalidad podría aumentar entre un 1 % y un 4 %, por cada grado que suba la temperatura, con lo que la mortalidad por el calor podría crecer en 30.000 muertes al año para la década de 2030, y entre 50.000 y 110.000 para los años ochenta de este siglo (proyecto Peseta10). Las personas mayores, con menor capacidad para controlar y regular la temperatura corporal, correrían mayor riesgo de muerte por golpes de calor o trastornos cardiovasculares, renales, respiratorios y metabólicos (Matthies *et al.*, 2008). Si bien las cifras totales de muertes están muy relacionadas con el tamaño de la población, los cambios en los índices de mortalidad pueden ser mucho mayores en las regiones donde las condiciones conducen a un mayor calentamiento (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009). Por lo tanto, se prevé que los incrementos de las temperaturas, olas de calor o temperaturas extremas alcancen valores más altos en zonas frías, donde el calor es menos frecuente (Moreno *et al.*, 2005), y este incremento de temperaturas en zonas frías unido a una mala adaptación fisiológica de la población y de las infraestructuras a las nuevas condiciones climáticas, podría llevar a elevar la mortalidad y morbilidad de la población de estas zonas.

La morbi-mortalidad presenta una dinámica estacional caracterizada por la aparición de un máximo invernal; es decir, se produce un incremento de la mortalidad de la población debido a las altas temperaturas invernales, y un pico estival de menor amplitud, aunque a veces más intenso, desde el punto de vista de sus efectos sobre la salud que el propio exceso de morbi-mortalidad invernal (Mackenbach *et al.*, 1992; Alderson, 1985). El incremento de la mortalidad sobre la época invernal, se debe principalmente a enfermedades respiratorias y circulatorias, mientras que son estas últimas, las circulatorias, las más relacionadas con el aumento de mortalidad estival (Alberdi y Díaz, 1997).

El mayor impacto de las olas de calor se producirá en los grupos de edad más avanzada (WHO, 2004); por tanto, en los lugares con mayor porcentaje de población mayor de 65 años el efecto de las altas temperaturas será más importante, normalmente esta proporción es menor en las grandes ciudades (Moreno *et al.*, 2005), y mayor en las zonas rurales. No se debe olvidar que la Comunidad Autónoma de Extremadura tiene un alto índice de población mayor de 65 años de edad (Grafico 10.1).

Aunque la población envejecida es, sin lugar a dudas, el colectivo más afectado, existen otros grupos como personas con diversas patologías de base que pueden ver agravadas sus dolencias debido a las altas temperaturas. Además de las personas mayores o con diversas patologías, individuos aparentemente sanos pueden fallecer por olas de calor al realizar actividades de riesgo al aire libre, como hacer deporte o trabajar en horas de gran riesgo por calor (Moreno *et al.*, 2005).

Es necesario recordar que los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud humana se agravan con el incremento de las temperaturas y, los contaminantes atmosféricos causan mayores efectos perniciosos durante los meses más cálidos (Castro *et al.*, 2009).

Por otra parte, el incremento de las olas de calor, provocará un aumento del número de incendios incontrolados, que agravará los riesgos para la salud de la población, a la vez que empeorará los efectos asociados a las emisiones de gases de efecto invernadero.

A nivel global, los diferentes patrones de mortalidad proyectada vislumbran un incremento de la mortalidad relacionada con olas de calor y un descenso de la mortalidad relacionada con las olas de frío (McGeehin y Mirabelli, 2001).

Estudios realizados en Europa indican que podría existir un impacto del frío sobre la mortalidad superior en los lugares con inviernos más templados que en aquellos con inviernos más crudos. Esto es debido, por un lado a la adaptación fisiológica a las bajas temperaturas y, por otro, a la infraestructura de los hogares que hace que sean mejores las condiciones para luchar contra el frío en lugares habituados a las olas de frío, que en aquellos en los que son menos frecuentes (Eurowinter Group, 1997).

El grado de mortalidad invernal atribuible directamente a condiciones meteorológicas extremas es menos fácil de determinar que las atribuibles a olas de calor. En los países templados sometidos al cambio climático, puede que la disminución de los fallecimientos invernales supere al incremento de los fallecimientos estivales, aunque sin datos de mejor calidad es difícil estimar el impacto neto sobre la mortalidad anual (OMS, 2003).

Otro fenómeno asociado al cambio climático es la aparición de tormentas, que derivan en serios problemas para la salud de la población, ya que podría aumentar el número de ahogamientos, lesiones por traumatismo, el aislamiento de poblaciones, o provocar la escasez de agua potable y la aparición de epidemias y enfermedades alérgicas (Castro *et al.*, 2009). Es probable que la frecuencia de las precipitaciones intensas, o la proporción de precipitaciones intensas respecto de la precipitación total, haya aumentado en la mayoría de las áreas a nivel mundial (IPCC, 2007).

Las inundaciones y las crecidas de los ríos pueden ocasionar importantes daños estructurales en edificios y carreteras, que derivarán en importantes problemas sanitarios, económicos y sociales.

Por otro lado, las fuertes precipitaciones se han relacionado con brotes de afecciones transmitidas por el agua, causadas por la movilización de los patógenos o por una contaminación extensa de las aguas al desbordarse conducciones de aguas residuales (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009).

Es probable que en el futuro los ciclones tropicales, tifones y huracanes, sean más intensos, con máximos más acentuados de la velocidad del viento y mayor abundancia de precipitaciones intensas; todo ello vinculado al constante aumento de la temperatura superficial de los mares tropicales (IPCC, 2007).

Las trayectorias de las tempestades extratropicales progresarían hacia los polos, con los consiguientes cambios en las pautas de viento, de precipitación y de temperatura, de acuerdo con las tendencias observadas durante el medio siglo pasado (IPCC, 2007).

Si bien algunas zonas sufrirán inundaciones y temporales, otros territorios padecerán largos periodos de sequías, que podrían dar lugar a una disminución de los cultivos y, por lo tanto, a un incremento de las hambrunas y desnutrición a nivel mundial.

Dado el considerable efecto que ejercen los fenómenos catastróficos es el estado psicológico de la población, es posible que el incremento de los fenómenos climáticos extremos, puedan afectar el estado general de salud mental de la población, aumentando el nivel de ansiedad ante las situaciones derivadas de los mismos. Sumando los efectos sobre la salud mental y sobre la salud física, podría producirse un deterioro general de la salud de la población, entendida en el aspecto más amplio (Castro *et al.*, 2009).

A todos estos impactos del cambio climático sobre la salud, debe añadirse las muertes o discapacidades que puedan ocurrir como consecuencia de accidentes debido al calor ambiental. Ante elevadas temperaturas la capacidad de atención se resiente, pudiendo incrementarse el grado de accidentabilidad, que es el mayor componente de las causas externas de muerte (Abanades *et al.*, 2009).

Todo ello en conjunto repercutirá sobre el sector seguro, que deberá hacer frente al incremento del número de ingresos hospitalarios y de la tasa de mortalidad (Moreno *et al.*, 2005).

A escala global, el impacto del cambio climático sobre las economías de los países, sobre la disponibilidad de alimentos o de agua y la subida del nivel del mar puede hacer que aumenten los desplazamientos de poblaciones en todo el mundo. Esto intensificará las necesidades de ayuda humanitaria y cobertura sanitaria de los grupos vulnerables que emigran y, podrían exigir un refuerzo de la capacidad de los sistemas sanitarios de los estados receptores, ya que se saturarían los servicios sanitarios de estos lugares (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009).

### 10.3. Adaptación al cambio climático en el sector sanitario

Debido a la gran influencia que el cambio climático ejerce sobre la salud humana, es preciso desarrollar estrategias de adaptación, que faciliten de manera general, la aclimatación del ser humano a los nuevos cambios ambientales.

La adaptación al cambio climático del sector sanitario es una cuestión compleja, que dependerá de la vulnerabilidad física de la población, de la zona geográfica, del grado de desarrollo socioeconómico, de la capacidad de adaptación natural y humana, así como de los servicios de salud y los mecanismos de vigilancia de catástrofes de los que se dispongan (Libro Verde, 2007).

El incremento de la frecuencia e intensidad de grandes catástrofes a gran escala, va a precisar la mejora de la gestión de catástrofes, reforzando los mecanismos de prevención, preparación, respuesta y recuperación ante desastres naturales (Libro Verde, 2007).

La adaptación al cambio climático puede aprovechar la experiencia adquirida, en los últimos años, en respuesta a fenómenos climáticos extremos y en la aplicación de planes específicos y proactivos de gestión del riesgo del cambio climático. Así, una buena gestión y ordenación del territorio unido a cambios en los usos del suelo podría convertirse en una herramienta eficaz para determinar las zonas más proclives a sufrir inundaciones o corrimientos de tierras, evitando de este modo la edificación o construcción en ciertas zonas (Libro Verde, 2007).

En cualquier caso, la planificación de medidas de adaptación eficaces se basará en características específicas de las poblaciones, tales como la evolución demográfica, los impactos registrados en la misma y la disponibilidad de servicios sanitarios.

Evolución demográfica de la población. Los patrones de crecimiento de la población están sufriendo ciertos cambios, tendiendo hacia el incremento de la esperanza de vida al nacer que conlleva un envejecimiento poblacional.

En Europa, se prevé un incremento de la esperanza de vida al nacer de 3 años para los hombres y de 2,6 años para las mujeres en 2020; y de 6,3 años para los varones y 5,1 años para las mujeres en 2050 (Regions 2020 Demographic Challenges for European Regions. Commission of European Communities, 2008 en adelante Regions 2020 Demographic Challenges for European Regions, 2008) (Gráfico 10.4).

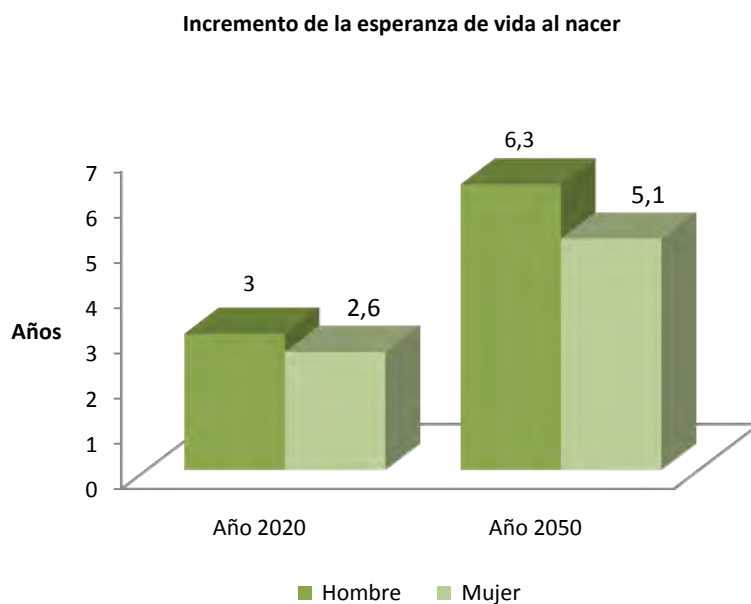


Gráfico 10.4. Incremento de la esperanza de vida al nacer en Europa. (Regions 2020 Demographic Challenges for European Regions, 2008).

Sin embargo, existen marcadas diferencias en materia sanitaria entre las regiones europeas y, las regiones de economía más débil, que suelen ser las más vulnerables al cambio climático, lo que influirá en la posibilidad de abordar con éxito los impactos del cambio climático sobre la salud (Regions 2020 Demographic Challenges for European Regions, 2008).

En este sentido, por un lado las medidas de adaptación deben favorecer el envejecimiento saludable de la población, promoviendo hábitos de vida saludables a lo largo de toda la vida, a fin de prevenir desde una edad temprana los problemas de salud y las discapacidades. Por otro lado, deben combatir contra las desigualdades en materia de salud asociadas a factores sociales, económicos y ambientales (Libro Blanco Juntos por la salud, 2007). Por lo tanto, la acción preventiva y el fomento de hábitos de vida saludable, ofrece claras ventajas económicas, ambientales y sociales porque anticipa el impacto potencial y minimiza las amenazas sobre la salud humana (Libro Blanco, 2009).

Las pandemias, los incidentes físicos y biológicos graves suponen importantes amenazas para la salud de la población. El cambio climático y sus impactos sobre la salud darán origen a nuevos patrones de enfermedades contagiosas. La adaptación debe estar basada en la coordinación de las distintas administraciones implicadas y la respuesta rápida a las amenazas para la salud a escala mundial (Libro Blanco Juntos por la salud, 2007).

Sistemas de atención sanitaria. En los últimos años, se ha producido avances en los sistemas de salud como consecuencia del rápido desarrollo de nuevas tecnologías, que están revolucionando la forma en que se fomentan hábitos saludables y se predice y previene enfermedades (Libro Blanco Juntos por la Salud, 2007). Las amenazas para la salud asociadas al cambio climático, exigen asimismo una acción coordinada que permita evaluar su impacto potencial en la salud pública y en los sistemas de atención sanitaria, con el fin de establecer medidas eficaces de adaptación.

A corto plazo, a nivel regional, serían precisos planes de actuación en salud pública basados en sistemas de alerta temprana que permitan la identificación de las situaciones de riesgo antes de que se produzcan. En este sentido, es básica la información meteorológica que permita predecir los excesos de morbi-mortalidad, en un plazo que haga posible articular una respuesta rápida. Los registros de morbi-mortalidad, como primer elemento en una cadena de actuaciones, han de ser ágiles y fiables. Además, la puesta en marcha de actuaciones en gestión hospitalaria que permitan la adecuación de los servicios sanitarios cuando la situación lo requiera se muestra como otro elemento imprescindible en las políticas de actuación. Por último, es imprescindible una coordinación total con los servicios sociales, fundamentalmente los destinados a los estratos sociales menos favorecidos, que haga posible la articulación de los planes de actuación descritos anteriormente (Moreno *et al.*, 2005).

Por ello, es necesario revisar, reorientar y, en algunas regiones, divulgar los recientes programas y medidas nacionales e internacionales cuyo objetivo es reducir la carga que representan los determinantes climáticos en la salud y sus consecuencias, para hacer frente al estrés adicional del cambio climático. Esto incluye considerar los riesgos relacionados con el cambio climático en sistemas de supervisión y seguimiento de enfermedades, planificación de sistemas de salud y preparación. Las medidas de adaptación aplicadas en los sectores de la agricultura, agua, alimentación y construcción se pueden rediseñar para beneficiar a la salud (IPCC, 2007).

La naturaleza y magnitud de los efectos finales provocados por el cambio climático dependerán de la capacidad de adaptación de los sistemas sanitarios y de las medidas que se adopten, así como del acceso general de las distintas poblaciones a sus servicios (Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009).

## 11. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL SECTOR SEGURO

El cambio climático provocará el aumento de las temperaturas terrestre y marina y, alterará los volúmenes de los regímenes pluviométricos, lo cual dará lugar a la subida del nivel medio del mar y riesgos de erosión costera. Se prevé, que agrave las catástrofes naturales vinculadas a fenómenos climáticos. La variación climatológica tendrá fuertes impactos económicos y sociales que se dejarán sentir con más dureza en algunas regiones y sectores.

Esos fenómenos ocasionarán graves repercusiones sobre la economía, ya es probable que se produzcan daños en las infraestructuras, lo que supone una especial amenaza en zonas densamente pobladas, y en los servicios de los ecosistemas.

La influencia de la actividad humana parece cada vez más detectable en el proceso desencadenante de las catástrofes a través del cambio climático inducido, sobre todo se encuentra en la determinación del alcance de los sucesos naturales de todo tipo, como consecuencia de actividades y comportamientos humanos que aumentan la vulnerabilidad de las personas y de los bienes frente a esos riesgos. Vulnerabilidad, que no sólo hace referencia a la proclividad de un lugar a sufrir daños por esa clase de eventos, sino también a la capacidad de esa misma población para recuperarse del desastre por sus propios medios.

Considerando el problema desde la perspectiva aseguradora, entre los principales factores de aumento de los daños a asumir por los aseguradores, cabría citar la mayor concentración de personas y valores expuestos, el aumento del valor de esas exposiciones, una mayor penetración del seguro, la ocupación de zonas de riesgo para vivienda y actividades productivas o de ocio, las carencias o deficiencias en la planificación urbanística, la regulación de utilización del suelo y la gestión medioambiental, así como la creciente influencia del cambio climático. A ello, muchas veces hay que unir el desconocimiento de los riesgos que representan amenaza para cada Comunidad determinada y la ausencia de una cultura preventiva. (Consortio de Compensación de Seguros).

### 11.1. Impactos del cambio climático sobre el sector seguro

Muchos sectores económicos son fuertemente dependientes de las condiciones climáticas y van a sentir directamente las consecuencias del cambio climático en sus actividades y empresas: la agricultura, la silvicultura, la pesca, el turismo, la sanidad, etc. La menor disponibilidad de agua, los daños ocasionados por el viento, las temperaturas más elevadas, los incendios de los montes y el agravamiento de las enfermedades son problemas que van a afectar a la sociedad.

El aumento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos extremos tales como tormentas, fuertes precipitaciones, inundaciones y crecidas torrenciales, sequías, incendios forestales o corrimientos de tierra provocarán daños en edificios e infraestructuras industriales y de transporte, con el consiguiente impacto indirecto en los sectores seguros y servicios financieros. (Libro Verde, 2007).

El grado de vulnerabilidad (entendiéndose éste como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático), constituye la base para valorar el nivel de afectación que, sobre el sector seguro, van a tener todos los impactos del cambio climático (Libro Blanco, 2009). De este modo, en el sector asegurador los impactos vendrán especialmente marcados por el mayor riesgo que supone la intensificación de los sucesos extremos (Tabla 11.1). Esta situación puede conducir a incrementos en las primas y a una reducción de los capitales cubiertos.

**Tabla 11.1. Principales impactos debidos al cambio climático sobre el sector seguro.**

<b>AGENTES CLIMÁTICOS EXTREMOS</b>	Olas de calor
	Tormentas
	Fuertes precipitaciones
	Inundaciones
	Crecidas torrenciales
	Sequías
	Incendios
	Corrimientos de tierra
	Contaminación atmosférica
	Enfermedades epidemiológicas
	Terremotos

Una elevada siniestralidad conlleva más posibilidades de que se reduzca la asegurabilidad de los capitales y se ponga en riesgo los esquemas actuales del seguro. La falta de cobertura puede significar importantes costes económicos y sociales, ya que bajo esta perspectiva el sector de las aseguradoras puede ser, económicamente hablando, uno de los que más rápida e intensamente se vea afectado por los cambios climáticos. La adaptación en el sector asegurador requerirá cambios en la valoración de los riesgos y extensión de la cultura preventiva (Abanades *et al.*, 2007).

Las directrices del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (OECC, 2006) en el sector seguro, proponen líneas de trabajo para las evaluaciones de los impactos, entre las que cabe citar

- Cartografiar y evaluar el riesgo para los distintos ramos del seguro en España bajo distintos escenarios de cambio climático
- Promocionar la revisión del marco relativo a las normas básicas de construcción y diseño, y de la planificación territorial y usos del suelo, acorde con la cartografía anterior
- Desarrollar modelos específicos para el sector seguros, modelos catastróficos, que combinen riesgo y los parámetros financieros del seguro y reaseguro, para recrear eventos históricos y estimar pérdidas futuras
- Evaluar la vulnerabilidad de estructuras y cultivos en las distintas áreas geográficas, a los principales fenómenos climáticos y climáticos en sus manifestaciones más extremas
- Promocionar el seguro como instrumento de prevención
- Analizar la viabilidad de la política agraria en los escenarios climáticos futuros (OECC, 2006).

Las actuaciones para la adaptación se han de contemplar desde una doble vertiente; por una parte, la aplicación de medidas para minimizar los efectos de los sectores socioeconómicos y los ecosistemas más susceptibles de ser afectados por el cambio, y por otra, la prevención del riesgo de los fenómenos climáticos extremos y sus efectos. Todo ello sin olvidar que la mejor forma de combatir los efectos del cambio es mitigarlo, es decir, reducir las emisiones de aquellos gases que lo producen.

En España, desde 1995 hasta 2008 se constataron 897 fallecidos por desastres naturales, siendo las inundaciones (29,3%), los temporales marítimos (23,0%) y las tormentas, que incluyen rayos y vientos fuertes (18,2%), los fenómenos más graves y que más víctimas mortales produjeron (Tabla 11.2) (Perfil Ambiental de España, MARM, 2008).

Tabla 11.2. Número de víctimas mortales en España por desastres naturales en el periodo comprendido entre 1995 y 2008 (Ministerio del interior, 2010).

Tipo desastre	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total
Inundaciones	22	110	40	0	5	14	9	13	9	7	8	9	11	6	263
Tormentas	19	13	14	2	20	28	17	12	8	6	8	9	4	3	163
Incendios forestales	8	1	4	4	8	6	1	6	11	4	19	8	1	1	82
Deslizamientos	7	8	2	0	0	0	1	1	2	0	0	5	2	1	29
Golpes de calor	0	0	0	0	1	0	0	0	60	23	4	14	0	0	102
Aludes de nieve	7	1	0	0	0	4	2	4	4	5	1	0	0	4	32
Episodios de nieve y frío	0	2	5	1	0	2	4	0	0	3	3	0	0	0	20
Temporal marítimo	19	13	13	36	17	37	27	15	5	20	SD	SD	SD	4	206
<b>Total año</b>	<b>82</b>	<b>148</b>	<b>78</b>	<b>43</b>	<b>51</b>	<b>91</b>	<b>61</b>	<b>51</b>	<b>99</b>	<b>68</b>	<b>43</b>	<b>45</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>897</b>

### Inundaciones y sequías

A pesar de que la pluviometría en España no es abundante, en ocasiones se presentan precipitaciones que en pocas horas alcanzan valores superiores al promedio anual. En consecuencia, la gran desproporción entre los caudales ordinarios y extraordinarios de un río hace que el problema de las inundaciones revista en España una especial gravedad.

Aunque las crecidas son, en su origen, un problema hidrológico, en su desarrollo sobre zonas de actividad humana se convierte en un problema territorial, con amplias repercusiones socioeconómicas.

Los terrenos aluviales contiguos a los ríos son llanos y fértiles, y la actividad humana ha tendido a localizarse tradicionalmente en ellos. Así, los daños materiales ocasionados por las crecidas se pueden interpretar como el coste por la ocupación de unos terrenos cuya extensión superficial es muy reducida, pero cuyo valor territorial es muy importante, pues, con frecuencia, el corredor fluvial articula la ubicación de las ciudades, la infraestructura de regadíos, las vías de comunicación, etc.

En las zonas inundables, la actuación humana ha supuesto la modificación artificial de la respuesta del llano de inundación por las construcciones, cultivos, obstrucciones de las vías de comunicación y otros obstáculos que son capaces incluso de desviar la anegación hacia lugares que, de no mediar esta intervención del hombre, no la hubieran sufrido (Libro blanco del agua, 1998).

En España, las características orográficas y geológicas determinan que los episodios de crecidas y los prolongados periodos de sequías sean fenómenos hidrológicos de carácter normal, con los que la sociedad tiene que convivir. Las inundaciones constituyen el riesgo natural de mayor impacto económico y social que se puede generar en un corto espacio de tiempo, aunque en términos económicos, los daños climáticos a la agricultura o a las pérdidas de generación hidráulica por sequía pueden presentar un mayor coste (Moreno *et al.*, 2005).

En el sector seguro, los fundamentos del sistema de coberturas de catástrofes, y en particular de los daños por inundaciones, han estado basados en la aplicación de una prima indiferenciada para todos los riesgos cubiertos y para todo el territorio nacional. En este sentido, un incremento en los daños por anegaciones no afectaría en gran medida al sector del seguro privado, dado que todos los asegurados pagan una cantidad fija independientemente del grado de exposición al que se encuentren. En el caso de daños por sequías, las compañías privadas de seguros podrían verse afectadas económicamente debido fundamentalmente a los seguros agrícolas (Moreno *et al.*, 2005).

Secuencias históricas de las inundaciones en España revelan que en el período comprendido entre 1990 y 2008, han fallecido 297 personas, cabiendo citar que en Extremadura un mismo suceso provocó la muerte de las 28 personas, las inundaciones de Badajoz del año 1997 (Gráfico 11.1).

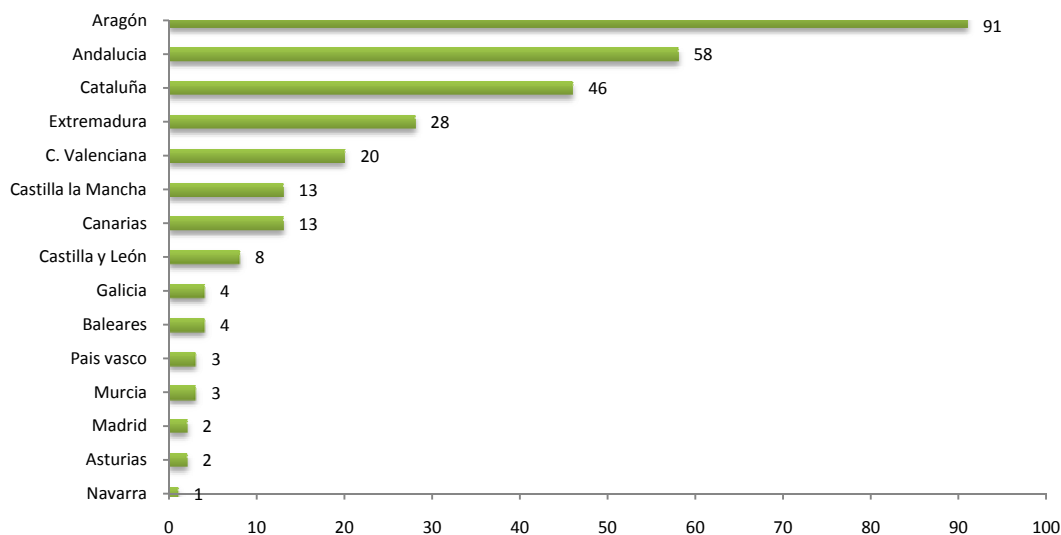


Gráfico 11.1 Víctimas mortales por inundaciones y avenidas durante el periodo 1990-2008 (Perfil ambiental de España, MARM, 2008).



## Incendios

En España se registran cada año más de 20.000 incendios forestales, que afectan a más de 150.000 hectáreas repartidas por toda la geografía. Los incendios, causados generalmente por las personas, se ven favorecidos por vegetación inflamable y condiciones climáticas desecantes, como las altas temperaturas, la baja humedad relativa del aire o las sequías (Moreno *et al.*, 2005).

Los índices de peligro son una medida útil para representar la probabilidad de un suceso incendiario en el tiempo y en el espacio, un aumento de la duración de la temporada de quema y un incremento de la frecuencia de situaciones extremas y de más durabilidad. A esto se une la tendencia hacia un cambio en la vegetación, con mayor abundancia de especies arbustivas, más sensibles al estrés hídrico. Consecuentemente, cabe esperar que los incendios sean más frecuentes, extensos e intensos (Moreno *et al.*, 2005).

La aparición de estos fenómenos se verán reflejados de modo inequívoco en el resto de sectores de actividad de la población, y de modo inexorable esto repercutirá en el sector seguro que tendrá que hacer frente a las consecuencias que de estos se deriven.

## Tormentas, fuertes precipitaciones, crecidas torrenciales y corrimientos de tierra

Las condiciones climáticas y de relieve de la Península Ibérica, favorecen la generación de crecidas. Las crecidas fluviales se producen como consecuencia de anomalías meteorológicas de escala espacio-temporal limitada, que no pueden ser representadas en los modelos físicos que predicen los diferentes escenarios de cambio climático futuro (Moreno *et al.*, 2005).

En las cuencas atlánticas, la generación de crecidas, duración y magnitud se encuentran ligadas a los cambios de precipitación invernal. En estas cuencas, aunque las relaciones de caudal medio, lluvias y caudal máximo no son unívocas, se puede señalar que aquellos años con exceso de precipitación que producen mayores módulos fluviales, corresponden a años con importantes caudales punta. La afluencia de agua más copiosa en las cuencas atlánticas se producen cuando la circulación zonal y la entrada de perturbaciones se sitúan en la baja latitud, generando precipitaciones importantes y persistentes en las cuencas del Duero, Tajo, Guadiana y del Guadalquivir (Moreno *et al.*, 2005).

La inestabilidad de las laderas genera un impacto económico evaluado en cientos de millones de euros anuales, que afecta fundamentalmente a vías de comunicación, y en menor medida, a núcleos de población. Los aludes y deslizamientos se concentran principalmente en las cordilleras montañosas, no obstante, las márgenes de los ríos de las grandes cuencas también son inestables.

La lluvia es el factor desencadenante más frecuente de los aludes y deslizamientos. Produce inestabilidad por infiltración en la ladera con el consiguiente aumento de las presiones en los poros y en las juntas del terreno, reduciendo así su resistencia. Con la penetración de la lluvia, la presión del agua llega hasta un nivel crítico en el que se produce la rotura de la ladera. La precipitación crítica para producir la rotura del terreno cambiará de una zona a otra, y por tanto resulta imposible establecer umbrales regionales de lluvia que den lugar a la rotura de las laderas.

El aumento de la torrencialidad conlleva un mayor número de deslizamientos superficiales y corrientes de derrubios, cuyos efectos pueden verse exacerbados por los cambios de uso del suelo y un menor recubrimiento vegetal. Como consecuencia de ello, es previsible el aumento de la erosión en las laderas que se traducirá en una pérdida de calidad de las aguas superficiales, por el incremento de la turbidez, y un mayor ritmo de la colmatación de los embalses (Moreno *et al.*, 2005).

## Olas de calor

Se considera la ola de calor como un calentamiento importante del aire o una invasión de aire muy cálido sobre una zona extensa que suele durar varios días. Las temperaturas alcanzadas durante una ola de calor se sitúan dentro de los valores máximos extremos. Dadas las características especiales de este fenómeno se precisan otros criterios como la permanencia, valores de las temperaturas mínimas, etc. para poder hablar de ola de calor en una determinada localización sin llevar a equívocos ([www.inforiesgos.es](http://www.inforiesgos.es)).

El cambio climático ha provocado ya un calentamiento de más de 0,5 °C y se prevé, como resultado de la inercia del sistema climático, al menos un incremento de otros 0,5 °C en las próximas décadas, aunque no se produzca un aumento en las concentraciones de GEI. Este hecho ha ocasionado que los últimos doce años estén entre los años más calurosos, según los registros instrumentales de temperaturas de la superficie mundial desde 1850 (IPCC, 2007).

Son múltiples las evidencias científicas que relacionan los extremos térmicos con efectos adversos en salud. La temperatura interna normal del cuerpo en reposo, oscila entre los 36 °C y los 37,5 °C, mientras que la temperatura de la piel en contacto con el exterior es aproximadamente 0,5 °C menor. La capacidad del organismo para mantener este margen de temperaturas está regida por el centro termorregulador del hipotálamo, que permite equilibrar los mecanismos de producción y pérdida de calor y mantener así constante la temperatura. De forma general, hay un rango de temperaturas ambientales, diferente según cada lugar geográfico, en el cual el sistema de termorregulación se encuentra en un estado de mínima actividad y los individuos experimentan sensación de bienestar o confort térmico. A medida que la temperatura ambiente se aleja de esa zona de bienestar, el sistema termorregulador aumenta su actividad y los ajustes que deben producirse se experimentan como sensación de malestar térmico.

En cuanto a la distribución temporal del efecto de las temperaturas sobre la mortalidad, el efecto del calor ocurre a corto plazo, de uno a tres días, mientras que el del frío suele ocurrir entre una y dos semanas después del extremo térmico.

Además, existe una serie de factores de riesgo que influyen en el efecto de los extremos térmicos. Algunos son de carácter meramente ambiental, como la existencia de concentraciones altas de ozono o humedades relativas excesivamente altas o bajas. Otros factores de riesgo son individuales, como las enfermedades crónicas, la deshidratación, la obesidad, los estados de etilismo agudo o crónico, los procesos febriles o de gastroenteritis, la permanencia durante largo tiempo en la cama, la toma de determinado tipo de medicamentos, etc. En cuanto a la edad, son los ancianos los que figuran como especialmente vulnerables a los extremos térmicos. También los factores socioeconómicos, como las condiciones de la vivienda, la pobreza y el aislamiento social, pueden influir en los efectos de los extremos térmicos sobre la morbimortalidad. (Informe base para la elaboración del plan nacional de salud y medio ambiente, 2007. Ministerio de Sanidad y Política Social; en adelante Informe Base salud y medio ambiente, 2007).

### Contaminación atmosférica y enfermedades epidemiológicas

La variación climatológica, en sí mismo, constituye una amenaza para la salud humana, bien de forma directa, por cambios en las temperaturas y un aumento en la frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos extremos; o bien de manera indirecta, por el incremento de la contaminación atmosférica y del número de enfermedades transmitidas por los alimentos y el agua, así como por una disminución en la accesibilidad a los alimentos y al agua potable. Estos cambios provocarán grandes movimientos migratorios, que acarrearán graves consecuencias para los sistemas sanitarios.

Además del aumento de la morbimortalidad relacionada con las temperaturas extremas, el incremento previsible de las partículas finas y del ozono serían los principales impactos del cambio climático relacionados con la contaminación atmosférica. Estos aumentos pueden agravar los problemas de salud derivados de la presencia de altas concentraciones de gases contaminantes en la atmósfera. A estos impactos en salud pública habría que añadir la diseminación hasta nuestro país de vectores subtropicales que se tienen que adaptar a sobrevivir en climas menos cálidos y más secos. Entre las enfermedades vectoriales susceptibles de incrementar su incidencia en España se hallan algunas transmitidas por mosquitos (dengue, enfermedad del Nilo Occidental, malaria), o garrapatas (encefalitis). Por otro lado, es de esperar que las precipitaciones sean cada vez menos frecuentes, pero más intensas, lo que conducirá a la aparición de los consiguientes problemas de abastecimiento de agua y de enfermedades transmitidas por ella, como es el caso del cólera y el fenómeno de las algas tóxicas.

## 11.2. Impactos específicos del cambio climático sobre el sector del seguro extremeño

Los impactos del cambio climático sobre el sector seguro extremeño han de evaluarse desde la perspectiva de la repercusión que sobre los distintos sectores de actividad de desarrollo tienen en la región; de este modo, la afección al sector seguro será una consecuencia de la incidencia del cambio sobre el resto de los sectores.

### Sector agrícola

El sector agrícola es uno de los más afectados por las consecuencias del cambio climático. La agricultura se verá sometida a cambios variados y no homogéneos a lo largo de la geografía extremeña, que requerirá de ajustes para la adaptación a las nuevas condiciones climáticas.

Los cambios que afectarán al sector agrícola, de modo gradual, son fundamentalmente alteraciones en las concentraciones de CO<sub>2</sub>, la elevación de la temperatura y el descenso de las precipitaciones, y de modo drástico, las inundaciones, las sequías, los incendios y los fenómenos climáticos extremos.

Extremadura, como región cuya actividad principal es la agricultura, está en una situación muy vulnerable frente a este cambio y debe adaptarse a la variabilidad de la disponibilidad de los recursos. En este sentido, el sector seguro debe estar preparado para asumir los cambios que, en las próximas décadas, van a suceder en la región. Bajo esta perspectiva, en la agricultura se prevé que haya una disminución de la productividad de los cultivos como consecuencia del aumento de la temperatura; la disminución de las precipitaciones es otro factor que va a afectar a los cultivos más susceptibles de uso de este recurso. Adicionalmente, el riesgo de heladas o de tormentas de granizos es un fenómeno cada vez más frecuente en la región y que afectará a la producción de los árboles frutales.

Los sistemas de explotación de secano, y las zonas áridas y semiáridas constituyen un sistema propicio a tener en cuenta dado que se verán muy afectados tanto por el incremento de la temperatura como por la escasez de agua, lo que dará lugar a una pérdida de calidad del suelo en este tipo de explotaciones. Adicionalmente, los fenómenos extremos, como fuertes tormentas con gran nivel de precipitación unido a grandes escorrentías derivadas de la no absorción del suelo, darán lugar a un lavado del terreno, el cual se encuentra con bajo nivel de materia orgánica, dando como resultado unas explotaciones con ausencia de calidad para la explotación de los cultivos.

Las repercusiones para el sector alimentario son importantes cuando se analiza la capacidad de los sistemas agrarios para suministrar el alimento necesario a una población en expansión. A corto plazo, en el sector seguro, son previsibles cambios en el tipo de daños que sufran los cultivos. Las mayores temperaturas alejarán el riesgo de heladas en determinadas zonas que habrá que acotar, y lo minimizan en otras. Los riesgos asociados al estrés hídrico y temperaturas tenderán a incrementarse, si bien será necesario delimitar las probabilidades por zonas o cuencas determinadas. Los cambios en los límites de cultivo pueden llevar a la aparición de plagas y enfermedades en nuevas zonas. Si la frecuencia de años extremos se incrementa, será necesario una colaboración entre los sectores agrarios y de seguros para establecer nuevas pautas en las propuestas (Moreno *et al.*, 2005).

### **Sector ganadero**

Se prevé que la variación del clima en la región, dé lugar a diversos efectos en los procesos biofísicos que sustentan los ecosistemas, en particular al ganadero, afectando a este sector en materia de sanidad, bienestar animal y en el suministro de alimentos y agua para el ganado.

La ganadería extremeña va a estar expuesta en los próximos años a numerosos desafíos derivados de los cambios climáticos. De la adaptación de las explotaciones a la nueva situación va a depender la estabilidad del sector seguro en este ámbito de aplicación.

El ganado se verá expuesto a una variación en la disponibilidad de alimentos y de agua, y en el bienestar de la salud animal. En este sentido, bajo la perspectiva de aumento de las temperaturas y disminución de las precipitaciones, la aparición de enfermedades, el incremento del estrés del ganado que propiciará el descenso de la reproducción animal así como el aumento de los casos de abortos y la incapacidad de regular y mantener la temperatura corporal, desencadenará en un aumento de la mortandad.

Otro efecto derivado del cambio climático será la ausencia de vegetación en zonas de pastoreo, por lo que los ganaderos tendrán que abastecer de piensos y preparados alimenticios a los animales, lo que supone no sólo un aumento del coste económico de la actividad sino una pérdida de calidad del ganado frente a otras zonas del planeta que sí dispongan de pastoreo natural.

Los fenómenos climáticos extremos tales como las escorrentías, fenómenos tormentosos, las inundaciones o las sequías, implican que la calidad del suelo disminuirá afectando a los pastos, por no mencionar el coste económico que suponen las inundaciones, que afectan a las instalaciones y que provocan la muerte masiva del ganado. Las fuertes tormentas acompañadas de rayos, provocan en los terrenos secos la aparición de incendios.

### **Sector forestal**

La importancia del sector forestal en Extremadura, radica en la oferta de funciones tanto ecológicas como económicas y sociales, que contribuyen a la calidad de vida de la población. Constituye una fuente de ingresos en la región relacionada con el sector maderero, la recogida de frutos, el ecoturismo, la caza y la pesca, así como la práctica de diversas actividades de ocio y beneficiosas para la salud.

El cambio climático provocará impactos sobre los ecosistemas forestales que irá en detrimento del bienestar social y de la economía de la región.

El incremento de las temperaturas provocarán pérdidas de los ecosistemas y de la biodiversidad forestal, adelanto de los brotes en primavera y el desplazamiento geográfico de la flora y de la fauna. La disminución de las precipitaciones, el aumento de la frecuencia y la duración de las olas de calor, así como las sequías darán lugar a la aparición del estrés hídrico de la vegetación que derivará en la sustitución de especies forestales actuales por otras especies mejor adaptadas aunque no sean características de la zona, por lo que se romperá la caracterización típica de los paisajes zonales.

Los fenómenos climáticos extremos, como lluvias torrenciales, incrementan la frecuencia de avalanchas de rocas en las zonas más montañosas. Esto provoca la disminución del número de árboles y de la densidad de raíces en las zonas altas, perjudicando el proceso de compactación del suelo (IPCC, 2007).

Relacionados con el sector forestal, otras actividades que se verán afectadas por los cambios en las condiciones climáticas son aquellos como la industria de la madera, actividades de mitología, la caza y el turismo rural.

La capacidad de acogida de los montes y, por tanto, el uso recreativo de los mismos, puede verse afectada. El aumento de peligro de incendio, y su extensión durante el año, inducirá a restricciones en el uso de los montes para evitar peligros mayores, como ya se viene haciendo en algunas regiones españolas. Esto unido a la probable mayor demanda de los espacios libres puede originar conflictos como consecuencia de un aumento del requerimiento de sitios asequibles.

El aumento del bienestar en las últimas décadas, y las nuevas tendencias de conquistar parte de los montes como zonas residenciales, suponen una situación nueva en el entorno. Sin embargo, en caso de inundaciones o de incendios, se pone en riesgo zonas residenciales que antaño no suponían riesgo alguno (Moreno *et al.*, 2005).

### Sector turístico

Las condiciones climáticas y meteorológicas influyen en la sensación de seguridad del turista. En este sentido, es preciso indicar que un riesgo elevado de catástrofes climáticas y en general de catástrofes naturales, incluidas las relacionadas con el clima, es incompatible con cualquier tipo de actividad turística.

El turismo es una actividad con gran resistencia a la crisis y con amplia capacidad redistributiva, ello supone que los flujos de turistas al desplazarse de unas zonas a otras de modo que sigan generando beneficios económicos. El impacto más negativo podría afectar a empresas situadas en destinos más vulnerables, con importantes consecuencias económicas, principalmente en aquellas que dependen de fuertes inversiones económicas en infraestructuras.

Los agentes climáticos extremos, así como las inundaciones, escorrentías, olas de calor, etc., tendrán especial repercusión en el sector seguro de modo que éste debe adecuarse a los nuevos fenómenos catastróficos que del cambio climático se deriven.

La detección de los efectos del cambio en el seguro de Extremadura, está centrado en acciones de siniestralidad tales como inundaciones, tormentas, sequías e incendios.

### 11.3. Agroseguros

Dada la relevancia de los sectores agrícola y ganadero en la región, los agroseguros protagonizarán un papel relevante en el proceso de adaptación al cambio climático.

Consciente de la necesidad de adaptación ante la situación de cambio que ha empezado a ponerse de manifiesto, los agroseguros han incorporado diversas tareas de mejora que otorgarán a los asegurados una mayor capacidad de respuesta ante los impactos del cambio climático.

- En relación con el olivar, se ha actualizado la base de datos del seguro de rendimientos, incluyendo información de los últimos años, lo que ha determinado un incremento global del 14% en los rendimientos asegurables. Asimismo, se ha adelantado al momento de la floración y el inicio de garantías para el riesgo de pedrisco, lo que supone un adelanto de 40 días en la cobertura de este riesgo.
- Para los cultivos protegidos se ha incluido una nueva cobertura contra los descensos anormales de temperatura que, no llegando a ocasionar helada, producen pérdidas de producción.

- En el seguro de plantas ornamentales se ha incluido la cobertura de los daños en calidad ocasionados por el riesgo de helada para determinadas especies como la camelia (*camellia japonica*), hortensia (*hydrangea macrophylla*), azalea (*azalea japonica*) o la adelfa (*nerium oleander*L.).
- En el ámbito de los seguros pecuarios, y concretamente en el seguro de pastos, se ha procedido al cambio de la plataforma utilizada para la determinación del índice de vegetación (NDVI).
- En las líneas de seguros de aviar se ha incorporado la cobertura frente a enfermedades epizoóticas, como la gripe aviar de alta patogenicidad; gripe aviar de baja patogenicidad; y la enfermedad de Newcastle. La garantía incluye cobertura de los daños ocasionados por la muerte o sacrificio obligatorio y de los daños ocasionados por la inmovilización de la explotación a causa de estas enfermedades.
- Una actividad importante dentro de los agroseguros es la investigación aplicada a mejorar el conocimiento de las producciones aseguradas de cara, tanto a la valoración de los daños, como a la tarificación, ya que redundaría en un mejor servicio a nuestros asegurados.

En la Comunidad Autónoma de Extremadura, mediante el Centro Tecnológico Agroalimentario de Extremadura (CTAEX), se está analizando el efecto de la precipitación persistente sobre el cultivo del tomate de industria.

- Finalmente y con el objetivo de establecer un nuevo sistema de gestión denominado “Seguro Creciente”, se ha trabajado en el esquema general de las garantías y, particularmente, en la adaptación de las coberturas de los cuatro principales sectores agrícolas que abarcan el 80% de las primas (frutales, herbáceos extensivos, cítricos y uva de vino).

En cuanto a la siniestralidad, en el año 2009, a nivel nacional destacan tres tipos de riesgos en tres diferentes momentos, el temporal de viento en los primeros meses del año; la sequía en primavera, que afectó gravemente a los cereales de las dos Castillas y a los pastos en Extremadura y Andalucía; y los temporales registrados a lo largo del mes de diciembre, que se ha situado como el más húmedo desde 1996, superando la precipitación acumulada el triple del valor normal.

Entre los numerosos siniestros, que durante 2009 han afectado al sector agroganadero en el ámbito nacional destaca

- Temporal de viento con velocidades de hasta 198 km/h, entre los días 23 y 25 de enero, fenómeno conocido como ciclogénesis explosiva, que afectaron a la zona norte y mediterránea provocando daños en las producciones de maíz, invernaderos y, sobre todo, cítricos en Valencia.
- Periodo de sequía en las dos Castillas, en Extremadura y Andalucía, que provocó importantes daños en la producción de cereales, y en el estado de los pastos en Extremadura y Andalucía.
- Desde abril y hasta agosto, distintas tormentas acompañadas de pedrisco que dañan numerosas producciones agrarias, incluidos frutales, uva de mesa y de vinificación y cereales.
- En los meses de septiembre y octubre, las lluvias intensas, con carácter torrencial en algunas ocasiones, provocaron daños en la producción de arroz, uva de mesa, cítricos, etc.
- Finalmente, a partir del 10 de diciembre se registraron fuertes heladas y daños por lluvias persistentes, inundaciones y viento en todo el arco mediterráneo y Andalucía, provocando daños en cítricos y olivar principalmente, así como en las producciones hortícolas del Valle del Ebro.

En la Comunidad de Extremadura, durante 2009, se registraron un total de 2.882 siniestros relacionados con el sector agrícola (Agroseguros, 2010). Cabe destacar los 768 siniestros ocasionados por la lluvia en la provincia de Cáceres, y los 567 registrados en la provincia de Badajoz como consecuencia del mal cuajado del cultivo (Tabla 11.3). Los siniestros relacionados con el sector agrícola han sufrido un importante descenso gradual, desde los 5.927 casos registrados en el año 2007 hasta los 2.882 casos registrados para el año 2009.

Tabla 11.3. Distribución de los siniestros registrados en Extremadura durante 2009 por provincias y riesgos agrícolas (Memoria Anual 2009, Agroseguros, 2010).

AÑO 2009											
PROVINCIA	PEDRISCO	INCENDIO	HELADA	SEQUÍA	VIENTO	LLUVIA	INUNDACIÓN	MAL CUAJADO	LLUVIA PERSISTENTE	OTROS	TOTAL
BADAJOS	406	49	108	139	73	3	16	567	71	63	1.495
CÁCERES	269	9	96	72	40	768	4	87	23	19	1.387
AÑO 2008											
PROVINCIA	PEDRISCO	INCENDIO	HELADA	SEQUÍA	VIENTO	LLUVIA	INUNDACIÓN	MAL CUAJADO	LLUVIA PERSISTENTE	OTROS	TOTAL
BADAJOS	1.012	73	165	73	18	8	44	640	257	81	2.371
CÁCERES	492	6	116	5	300	793	49	145	208	18	2.132
AÑO 2007											
PROVINCIA	PEDRISCO	INCENDIO	HELADA	SEQUÍA	VIENTO	LLUVIA	INUNDACIÓN	MAL CUAJADO	LLUVIA PERSISTENTE	OTROS	TOTAL
BADAJOS	1.680	78	286	54	18	15	112	724	222	623	3.812
CÁCERES	437	4	51	7	36	515	170	36	799	60	2.115

En lo que se refiere a siniestros en la ganadería, para el año 2009, se registraron un total de 91.389 siniestros para las provincias de la Comunidad (Tabla 11.4). Es especialmente significativo el descenso de riesgos pecuarios en el año 2009 con respecto al año 2008, registrándose un descenso de 11.373 casos menos.

Tabla 11.4. Distribución de los siniestros registrados en Extremadura durante 2009 por provincias y riesgos pecuarios (Memoria Anual 2009, Agroseguros, 2010).

AÑO 2009												
PROVINCIA	REEMBOLSO POR OPERACIONES	MUERTE TERNERO EN PARTO	ACCIDENTES	PARTOS	MAMITIS	S.R.B	GARANTÍAS ADICIONALES	SANEAMIENTO GANADERO	E.E.B	SEQUÍA EN PASTOS	MATERIAL ESPECIFICADO DE RIESGO Y AGRAVANTES DE RIESGO	TOTAL
BADAJOS	22	819	941	203	7	107	86	74		2.499	47.161	51.919
CÁCERES	35	703	692	289		154	83	477		322	36.175	39.470
AÑO 2008												
PROVINCIA	REEMBOLSO POR OPERACIONES	MUERTE TERNERO EN PARTO	ACCIDENTES	PARTOS	MAMITIS	S.R.B	GARANTÍAS ADICIONALES	SANEAMIENTO GANADERO	E.E.B	SEQUÍA EN PASTOS	MATERIAL ESPECIFICADO DE RIESGO Y AGRAVANTES DE RIESGO	TOTAL
BADAJOS	11	689	866	206		95	141	174		1.817	58.607	62.606
CÁCERES	36	928	873	316		106	126	259		221	37.291	40.156
AÑO 2007												
PROVINCIA	REEMBOLSO POR OPERACIONES	MUERTE TERNERO EN PARTO	ACCIDENTES	PARTOS	MAMITIS	S.R.B	GARANTÍAS ADICIONALES	SANEAMIENTO GANADERO	E.E.B	SEQUÍA EN PASTOS	MATERIAL ESPECIFICADO DE RIESGO Y AGRAVANTES DE RIESGO	TOTAL
BADAJOS	9	421	630	124	1	61	109	26		505	69.632	71.518
CÁCERES	35	1.180	788	335		87	94	129		9	16.561	19.218

En los riesgos pecuarios cabe destacar en las provincias de Cáceres y Badajoz los 36.175 y 47.161 casos, respectivamente, derivados de materiales especificados y agravantes de riesgo. En cualquier caso, estos valores son únicamente los registrados en la base de datos de agroseguros, por lo que no son del todo reales ya que se desconocen el resto de casos sucedidos y que no estuvieran asegurados.

#### 11.4. El Consorcio de Compensación de Seguros en la cobertura de los riesgos catastróficos de la naturaleza

El Consorcio de Compensación de Seguros, como entidad estatal adscrita al Ministerio de economía y Hacienda, goza de personalidad jurídica propia y plena capacidad para obrar; está dotado de patrimonio propio distinto al del Estado, y se encuentra sujeta en su actividad al ordenamiento jurídico privado. Esto significa que la sociedad queda sometida en sus funciones aseguradoras, al igual que el resto de las entidades de seguros privados, a las prescripciones de la normativa que regula la ordenación y supervisión de los seguros privados, así como de la relativa al contrato de seguro.

La cobertura de los riesgos extraordinarios es de inclusión obligatoria en las pólizas de accidentes personales, de vida y de algunos ramos de daños en los bienes. Si tal cobertura no es asumida expresamente por la entidad aseguradora que emite la póliza ordinaria de los ramos citados, es el Consorcio de Compensación de Seguros el que obligatoriamente se hará cargo de ella de forma subsidiaria.

En la práctica el Consorcio la única entidad que está asumiendo, en toda circunstancia, la cobertura de los riesgos extraordinarios en el ámbito de la aplicación del sistema. Partiendo de esta premisa, los pilares sobre los que se asienta el sistema español de cobertura de catástrofes naturales son los principios de “compensación”, “solidaridad” y “colaboración”. El primero de ellos, es una compensación pluridimensional, en cuanto que se aplica a

- La generalidad de los peligros que se cubren: compensación de riesgos
- Todas las zonas del territorio nacional, independientemente de su diversa vulnerabilidad a los distintos peligros naturales cubiertos: compensación geográfica
- Un período de tiempo que, dada la naturaleza y el comportamiento de los riesgos naturales catastróficos, debe considerarse desde una perspectiva técnico-aseguradora amplia: compensación temporal

Por el principio de “solidaridad” todos los asegurados contribuyen, en proporción a sus capitales asegurados, a la dotación de un fondo común puesto a disposición de los que, de entre ellos, sean afectados por los peligros naturales cubiertos.

El principio de “colaboración” hace referencia al entendimiento y la cooperación entre el mercado privado y el Consorcio de Compensación en el desarrollo y aplicación del sistema de cobertura.

En Extremadura, el evento más significativo al que hace referencia el Consorcio de Compensación de Seguros, está en el puesto 25 de orden de aparición de todos los sucesos acaecidos en España entre los años 1977 y 2008 recogidos por la entidad. Este hecho ocurrió en la provincia de Badajoz, afectando a numerosos municipios incluida la ciudad de Badajoz.

La agricultura produce un impacto indirecto importante, pero también determinados manejos son capaces de alterar el entorno fluvial y crear un efecto natural. Durante la inundación del río Rivillas se constataron numerosas malas prácticas que derivaron en agravar los efectos de la crecida en la ciudad de Badajoz, y por tanto, en el entorno urbano alejado de donde se produjeron las actuaciones (Ortega, 2007). La utilización de la llanura de inundación para cultivar supuso cambios en la misma, como la rectificación del curso principal, enterramiento y nivelación del terreno en arroyos secundarios, enterramiento y relleno de meandros, arado y cultivo paralelo a la dirección del flujo. Todo ello contribuyó a un aumento de las variables de velocidad de la corriente, energía de la misma, esfuerzo de cizalla en el fondo, y arrancamiento del suelo, con lo que aumentó la carga sólida transportada.



Gráfico 11.2. Fotografía de la barriada Cerro de Reyes en Badajoz, emplazamiento donde ocurrió la catástrofe.

Confluencia de los arroyos Rivillas y Calamón en el barrio de Cerro de Reyes (Badajoz). La zona marcada con un círculo estaba ocupada por viviendas de un solo piso que taponaban varios ojos del puente y en las que se dieron la mayoría de las víctimas (Ortega, 2007).

Este hecho tuvo lugar en noviembre de 1997, en Badajoz y localidades adyacentes, y se presentaron un total de 3.003 reclamaciones a las que le correspondieron una cuantía de **25.430.887 €**, siendo las viviendas y comunidades de viviendas, con 1.626 expedientes y una indemnización total que ascendió a 10.261.142 € y los comercios con 565 reclamaciones y 8.758.668 € en indemnizaciones los tipos riesgos cubiertos más importantes (Tabla 11.5).

Tabla 11.5. Datos de catástrofe en Badajoz y compensaciones económicas (Estadística de siniestralidad; Consorcio de Compensación de Seguros).

Clase de riesgo	Nº expedientes	Indemnizaciones	Porcentaje	Costes medios
Viviendas y comunidades de viviendas	1.626	10.261.142	40,3%	6.311
Oficinas	8	39.029	0,2%	4.879
Comercios	565	8.758.668	34,4%	15.502
Industriales	54	2.880.172	11,3%	53.337
Vehículos automóviles	749	2.915.963	11,5%	3.893
Obras civiles	1	575.913	2,3%	575.913
<b>TOTAL</b>	<b>3.003</b>	<b>25.430.887</b>	<b>100%</b>	<b>8.468</b>



### 11.5. Propuesta de medidas de adaptación al cambio climático del sector seguro

El cambio climático y sus impactos en términos de daños materiales, interrupción de las actividades empresariales e incendios forestales plantean unos riesgos financieros considerables para las personas, las empresas y el sector financiero. Los servicios financieros y los mercados de seguros tendrán que encontrar soluciones innovadoras para responder de una manera eficaz a la exposición creciente a los riesgos relacionados con el clima.

A tal efecto, ya existen nuevos productos financieros en el mercado, como derivados climáticos y bonos de catástrofes, que requieren de un mayor desarrollo. Debería llevarse a cabo una mayor integración de los mercados europeos de seguros con arreglo a la política de servicios financieros de la UE y a la Directiva Solvencia II (Directiva 2009/138/CE Del Parlamento Europeo y del consejo, de 25 de noviembre de 2009, sobre el seguro de vida, el acceso a la actividad de seguro y de reaseguro y su ejercicio), ya que supone mayores oportunidades en términos de oferta y demanda de productos de seguros. Además, es preciso evaluar la futura estructura de riesgos de los fondos de catástrofes naturales públicos y privados existentes, incluido el Fondo Solidario de la UE.

La ordenación territorial podría proporcionar un marco integrado para establecer una relación entre la evaluación de la vulnerabilidad y de los riesgos, y las capacidades y las respuestas de adaptación de manera que se puedan identificar opciones políticas y estrategias rentables. Es preciso considerar la posibilidad de establecer disposiciones de financiación innovadoras destinadas a la adaptación con objeto de apoyar la aplicación de estrategias de adaptación coordinadas, especialmente en las regiones y capas sociales más vulnerables. La UE puede desempeñar un papel fundamental en el establecimiento y la coordinación de los marcos y plataformas de evaluación o de las redes de intercambio de información (Libro Verde, 2007).

La elaboración y actualización de un mapa de riesgos de calidad permitiría mejorar la planificación del territorio y adoptar medidas preventivas allí donde sean necesarias, reduciendo de este modo la siniestralidad y aumentando por tanto la eficiencia del aseguramiento.

La elaboración de un mapa de riesgos requiere de una combinación entre teoría y práctica. En el caso de las inundaciones, por ejemplo, los estudios hidráulicos e hidrológicos deben ser comprobados y calibrados con los datos de que se disponga sobre los eventos habidos en una determinada zona. El Consorcio de Compensación de Seguros, como entidad que gestiona en España el sistema de cobertura de las catástrofes naturales, dispone de una importante base de datos de siniestralidad que, adecuadamente tratada, puede ser de gran utilidad para su incorporación a los mapas de riesgos de la naturaleza. Además, dado que los siniestros de inundación y seísmo tienen una recurrencia espacial muy clara, el análisis de los sucesivos eventos que se vayan produciendo en una misma zona permitiría valorar la efectividad de las medidas correctoras que se pudieran adoptar (López y Nájera, 2009).

## BIBLIOGRAFÍA

- Abanades García, C.; Alba Alonso, J.; Álvarez García, MA.; Álvarez Uría, P.; Anadón Álvarez, R.; Braña Vigil, F.; Bueno Sánchez, A.; Cámara Obregón, A.; Cruz Guerrero, R.; Dapena de la Fuente, E.; de Castro Muñoz de Lucas, M.; de Luis Calabuig, E.; Díaz González, T.E.; Fernández González, C.; Fornés Azcoiti, J. M.; García Florez, L.; Gómez Borrego, A.; Gómez Martín, B.; González Piedra, J.; Heras Celemín, MR.; Jiménez Herrero, L.; Laín Huerta, L.; Loredó Pérez, J.; Loredó Fernández, E.; Losada Rodríguez, I.; Lucientes Curdi, F.; Majada Guijo, J.; Margolles Martins, M.J.; Martínez Martínez, A.; Menéndez Duarte, R.; Miñarro Prado, M.; Moreno Sánchez, A.; Obeso Suárez, J.R.; Ordóñez Alonso, A.; Orviz Ibáñez, P.; Pendás Fernández, F.; Pérez Muñuzuri, V.; Piserra de Castro, T.; Quiñones Estévez, D.; Redondo Cornejo, L.; Rubiera González, F.; Ruiz Hernández, V.; Stoll, H.; Valdés Santurio, L.; Valdés Peláez, L.; Vera de la Puente, L.; Zapatero Rodríguez, M.A. 2009. *Evidencias y efectos potenciales del cambio climático en Asturias*. Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras. Viceconsejería de Medio Ambiente, Oficina para la Sostenibilidad, Cambio Climático y la Participación. Gobierno del Principado de Asturias. 366 pp.
- Abanades García, C.; Cuadrat Prats, JM.; Castro Muñoz de Lucas, M.; Fernández García, F.; Gallastegui Zulaica, C.; Garrote de Marcos, L.; Jimenez Herrero, L.; Juliá Brugués, R.; Losada Rodriguez, I.; Monzón de Cáceres, A.; Moreno Rodriguez, J.; Pérez Arriaga, J.; Ruiz Hernández, V.; Sanz Sanchez, M.; Vallejo Calzada, R. 2007. *El cambio climático en España. Estado de situación. Documento resumen*. Dirección General del instituto para la Diversificación y el ahorro de la Energía y Oficina española de Cambio Climático. 42 pp.
- Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (Aena). 2009. <http://www.aena.es/>
- Agencia Extremeña de la Energía. 2009. <http://www.agenex.org/>
- Agrupación Española de Entidades Aseguradoras de los Seguros Agrarios Combinados S.A. AGROSEGURO. <http://www.agroseguro.es/>
- Alberdi, JC. & Díaz, J. 1997. *Modelización de la mortalidad diaria en la Comunidad de Madrid 1986-1991*. Gaceta Sanitaria 11: 9-15 pp.
- Alderson, MR. 1985. *Season and mortality*. Health Trends 17: 87-96 pp.
- Ballester, F.; Corella, D.; Pérez-Hoyos S. & Hervás, A. 1996. *Air Pollution and Mortality in Valencia, Spain: a Study using the APHEA Methodology*. Journal of Epidemiology and Community Health 50: 527-533 pp.
- Ballester, F.; Tenías, JM. & Perez-Hoyos, S. 2001. *Air pollution and emergency hospital admissions for cardiovascular diseases in Valencia, Spain*. Journal of Epidemiology and Community Health 55: 57-65 pp.
- Bañares, Á.; Blanca, G.; Güemes, J.; Moreno, J.C. & Ortiz, S. 2004. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. 1.069 pp.
- Bates, BC.; ZW Kundzewicz, S.; Wu & Palutikof, JP. 2008. *El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Secretaría del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 224 pp.
- Behrendt, H. 2001. *Secretion of proinflammatory eicosanid-like subsances pre-cedes allergen release from pollen grains in the initiation of allergic sensitization*. Int Arch Allergy Immunol, 124: 121-125 pp.
- Biggeri, A.; Bellini, P. & Terracini, B. 2001. *Meta-analysis of the Italian Studies on Short-term Effects of Air Pollution*. Epidemiologia & Prevenzione 25 (2).
- Brunet, M.; Casado, MJ.; de Castro, M.; Galán, P.; López, J.A.; Martín, J.M.; Pastor, A.; Petisco, E.; Ramos, P.; Ribalaygua, J.; Rodríguez, E. & Torres, L. 2007. *Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España. Primera Fase*. Instituto Nacional de Meteorología (INM). Ministerio de Medio Ambiente. 145 pp.
- Brunet, M.; Casado, M.J.; de Castro, M.; Galán, P.; López, J.A.; Martín, J.M.; Pastor, A.; Petisco, E.; Ramos P., Ribalaygua J., Rodríguez E., Sanz I. & Torres L. Agencia Estatal de Meteorología (AEMet). Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2008. *Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España*. 166 pp.
- Carrascal, LM & Lobo, JM. 2003. *Respuestas a viejas preguntas con nuevos datos: estudio de los patrones de distribución de la avifauna española y consecuencias para su conservación*. En: Martí, R. y Moral, J.C.2003. Atlas de las Aves Reproductoras de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología.651-668 pp.
- Castro, M.; Laborda, J.; López Nájera, A.; García Marchante., JS; Domínguez Padilla, A.; Tarjuelo Martín-Benito, J.M.; Juan Valero, J.A.; Martínez Romero, A.; Fabeiro Cortés, C.; Brasa Ramos, A.; Molina Casanova, A.; López Serrano, FR.; Rubio Caballero, E.; Andrés Abellán, M.; Cerro Barja, A.; García Morote, F.A; Heras Ibáñez, J.; Lucas Borja, M.E.; Moya Navarro, D.; Odi Lara, M.; Fernández González, F.; Pérez Badía, R.; Sardinero Roscales, S.; Rodríguez Torres, A.; Crespo, G.; Herranz Sanz, JM.; Copete Carreño, MA.; Ferrandis Gotor, P.; Gortázar, C.; Moreno Rodríguez, JM.; Rodríguez-Urbieta, I.; Zavala Espiñeira, G. &

- Martín, M. 2009. *Impactos del Cambio Climático en Castilla-La Mancha*. Oficina de Cambio Climático. Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente. Junta de Castilla-La Mancha 2009. 364 pp.
- Castro, I.; Moreno, J.C.; Humphries, C.J. & Williams, P.H. 1996. *Strengthening the Natural and National Park system of Iberia to conserve vascular plants*. Botanical Journal of the Linnean Society 121: 189-206 pp.
- Centro de Investigación Agraria Finca La Orden-Valdesequera [www.centrodeinvestigacionlaorden.es/](http://www.centrodeinvestigacionlaorden.es/)
- Cohen, A.J.; Anderson, H.R.; Ostro, B.; Pandey, K.D.; Kryzanowsky & Kuenzly, N. 2003. *Mortality impacts of Urban Air Pollution*. En: Ezzati, M; López, AD; Rodgers, A y Murray, C.J.L. 2004. *Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors*. Organización Mundial de la Salud.
- Comisión Nacional de la Energía. 2009. <http://www.cne.es/>
- Comisión de las Comunidades Europeas. 2007. Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo y al Parlamento Europeo. Una política energética para Europa. 2007. COM (2007) 1 final.
- Comisión de las Comunidades Europeas. 2007. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo: Hacia una gestión sostenible del agua en la Unión Europea - Primera fase de aplicación de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) COM (2007)128 final.
- Comisión de las Comunidades Europeas. 2007. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo; Afrontar el desafío de la escasez de agua y la sequía en la UE. COM (2007) 414 final.
- Comisión de las Comunidades Europeas. 2007. Libro Blanco Juntos por la salud: un planteamiento estratégico para la UE (2008-2013) 2007. COM (2007) 630 final. 12 pp.
- Comisión de las Comunidades Europeas. 2009. Libro Blanco Adaptación al cambio climático: hacia un marco europeo de actuación. COM (2009) 147 final.
- Comisión de las Comunidades Europeas. 2009. Libro Blanco Adaptación al cambio climático: hacia un marco europeo de actuación La adaptación al cambio climático: un auténtico reto para la agricultura y las zonas rurales europeas. Documento de trabajo de los servicios de la Comisión adjunto al Libro Blanco. SEC (2009) 417.
- Comisión de las Comunidades Europeas. 2009. Libro Blanco Adaptación al cambio climático: hacia un marco europeo de actuación Resumen de la evaluación de impactos 2009. Documento de trabajo a los servicios de la Comisión adjunto al Libro Blanco. SEC (2009) 388.
- Comisión de las Comunidades Europeas. 2009. Libro Blanco de Adaptación, Anexo Efectos del cambio climático en la salud humana, animal y vegetal, 2009. SEC (2009) 416.
- Comisión de las Comunidades Europeas. 2007. Libro Verde de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Adaptación al Cambio Climático en Europa: Opciones de actuación para la UE. Comisión de las Comunidades Europeas. COM (2007) 354 final. 29 pp.
- Comisión de las Comunidades Europeas. 2010. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social europeo, y al Comité de las Regiones; Europa, primer destino turístico del mundo: un nuevo marco político para el turismo europeo. COM (2010) 352/3.
- Commission of European Communities. 2008. *Regions 2020 Demographic Challenges for European Regions*. 24 pp.
- Confalonieri, U.; Menne, B.; Akhtar, R.; Ebi, K.L.; Hauengue, M.; Kovats, R.S.; Revich, B.; Woodward, A. 2007. *Human health*. En: Parry, M.L.; Canziani, O.P.; Palutikof, J.P.; Van der Linden, J.P.; Hanson, C.P. 2007. *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. 391-431 pp.
- Consejería de Administración Pública y Hacienda. *Programa de Desarrollo Rural de Extremadura FEADER 2007-2013*. Junta de Extremadura. 2009.
- Consejería de Agricultura y Desarrollo Rural. 2003. *Plan Forestal de Extremadura*. Junta de Extremadura.
- Consejería de Economía, Comercio e Innovación. 2010. *IV Plan Regional de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación de Extremadura (2010-2013)*. Junta de Extremadura.
- Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente. 2008. *Catálogo regional de Especies Amenazadas de Extremadura*. Junta de Extremadura.
- Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente. 2010. *Acuerdo para el Desarrollo Energético sostenible de Extremadura 2009-2012*. Junta de Extremadura.
- Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente. 2010. *Plan de seguimiento de la Estrategia de cambio climático para Extremadura*. Junta de Extremadura. 135 pp.

- Consejería de Sanidad y Dependencia. 2010. *Memoria del servicio extremeño de salud 2008-2009*. Junta de Extremadura.
- Consejería de Sanidad y Dependencia. 2010. *Vigilancia y control del agua de consumo humano 2009*. Junta de Extremadura.
- Consejo Económico y Social de Extremadura, CES. 2010. *Memoria Anual 2009. Informe Socioeconómico 2009*. Junta de Extremadura.
- Consortio de Compensación de Seguros. Ministerio de Economía y Hacienda. [www.conorseguros.es](http://www.conorseguros.es)
- Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos (CORES). 2009. *Informe Resumen Anual del Boletín Estadístico de Hidrocarburos 2008*. [www.cores.es](http://www.cores.es).
- Davos, 2007. *Turismo y cambio climático: hacer frente a los retos comunes*. Instituto de Estudios Turísticos. Secretaría General de Turismo. Secretaría de Estado de Turismo y Comercio. Naciones Unidas- Organización Mundial de Turismo nº 172-173, Anexo III.
- Dawson, WR. 1992. *Physiological responses of animals to higher temperatures*. En: Peters, RL & Lovejoy, TE. 1992. *Global Warming and Biological Diversity*. Yale University Press. Yale CT. 158-170 pp.
- Díaz-Ambrona, CH. & Mínguez, MI. 2001. *Cereal-legume rotations in a Mediterranean environment: Biomass and Yield Production*. Field Crops Research 70: 139-151 pp
- Dirección General de Evaluación y Calidad Ambiental. 2010. Escenarios Regionalizados de Cambio Climático. Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente. Junta de Extremadura.
- Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. 2009. *Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España (SIOSE)*. Centro Nacional de Información Geográfica. Ministerio de Fomento. <http://www.ign.es/siose/index.html>.
- Dirección General de Protección Civil y Emergencias. 2010. Ministerio del Interior. [www.proteccioncivil.org/](http://www.proteccioncivil.org/)
- Dixon, R.K.; Brown, S.; Houghton, R.A.; Solomon, A.M.; Trexler, M.C.; Wisniewski, J. 1994. *Carbon pools and flux of global forest ecosystems*. Science, vol 263: 185-190 pp.
- Doadrio I. 2001. *Atlas y Libro Rojo de los Peces Continentales de España*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas-Ministerio de Medio Ambiente. 2001. 364 pp.
- Downing, J.A.; Cole, J.J.; Middelburg, J.J.; Striegl, R.G.; Duarte, C.M.; Kortelainen, P.; Prairie, Y.T. & Laube, K.A. 2008. *Sediment organic carbon burial in agriculturally eutrophic impoundments over the last century*. Global Biochemical Cycles, vol 22: 1-10 pp.
- Elvira, B. & Almodóvar, A. 2001. *Freshwater fish introductions in Spain: facts and figures at the beginning of the 21st century*. Journal of Fish Biology, vol 59 (suppl. A): 323-331 pp.
- Elvira, B. 2001. *El Plan Hidrológico Nacional, los ecosistemas fluviales y los peces de río*. Fundación Nueva Cultura del Agua. 2001 En: Arrojo, P. 2001. *El Plan Hidrológico Nacional a debate*. Colección Nueva Cultura del Agua Bakeaz Bilba. 139-146 pp.
- Esteban Talaya, A. 2007. *Cambio climático: impactos y estrategias de mitigación y adaptación en el sector turístico*. Instituto de Estudios Turísticos. Secretaría de Estado de Turismo y Comercio. nº 172-173, 249-255 pp.
- Eurowinter Group. 1997. *Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe*. The Lancet. vol 349: 1341-1346 pp.
- Felicísimo, AM.; Muñoz, J. & Villalba, C. 2009. *Análisis de impactos y vulnerabilidad de la flora y vegetación españolas ante el cambio climático*. Oficina Española de Cambio Climático y Universidad de Extremadura, 2 vol., 2009. (Grupo Kraken, Universidad de Extremadura) <http://www.unex.es/unex/grupos/grupos/kraken>
- García-Barros, E. 1988. *Delayed ovarian maturation in the butterfly *Hiparchia semele* as a possible response to summer drought*. Ecological Entomology 13: 391-398 pp.
- García-Mozo, H.; Galán, C.; Aira, M.J.; Belmonte, J.; Díaz de la Guardia, C.; Fernández, D; Gutiérrez, A.M.; Rodríguez, F.; Trigo, M.M. & Domínguez-Vilches, E. 2002a. *Modelling start of oak pollen season in different climatic zones in Spain*. Agricultural and Forest Meteorology, 2002. 110: 247-257 pp.
- García-Mozo, H.; Galán, C. & Domínguez-Vilches, E. 2002b. *The impact of future climate change in the start of *Quercus* flowering in the Iberian Peninsula*. En: Ruiz, M. B.; Dorado, M.; Valdeolmillos, A.; Gil, T.; Bardaji, I.; Bustamante, I. & Martínez I. 1994. *Quaternary Climatic Changes and Environmental crises in the Mediterranean Region*. Universidad de Alcalá de Henares. 279-285 pp.
- García Laureano, R; Pérez Fernández, M; Pérez Ledesma, J. 2010. *Inventario de sumideros de carbono de Extremadura*. Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente. Junta de Extremadura. 147 pp.
- Grabherr, G.; Gottfried, M. & Pauli, H. 1994. *Climate effects on mountain plants*. Nature, vol. 369: 448 pp.

- Gracia, C.A.; Sabaté, S. & Sánchez, A. 2002. *El cambio climático y la reducción de la reserva de agua en el bosque mediterráneo. Ecosistemas* 2002/2 (URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/022/investigacion4.htm>).
- Gracia, C.; Sabaté, S.; López, B. & Sánchez, A. 2001. Presente y futuro del bosque mediterráneo: balance de carbono, gestión forestal y cambio global. En: Zamora, R. & Pugnaire, F. 2001. *Ecosistemas mediterráneos: Análisis funcional*. CSIC y AEET. 351-372 pp.
- Gobierno de Navarra, 2009. Plan de Acción por el Clima de Navarra. Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente.
- Guereña, A.; Ruiz-Ramos, M.; Díaz-Ambrona, C.H.; Conde, J.R & Mínguez, M.I. 2001. *Assessment of climate change and agriculture across geographical areas in Spain using a General and a Regional Climate Model*. Agronomy Journal, 93: 237-249 pp.
- Hoffmann-Sommergruber, K. 2000. *Plant allergens and pathogenesis-related proteins: What do they have in common?* International Archives of Allergy and Immunology. 2000, 122: 155-166 pp.
- Houghton, J.T; Ding, Y; Griggs, D.J; Noguer, M; van der Linden, P.J. & Xiaosu, D. 2001. *IPCC - Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. 2001. Climate Change 2001. The Scientific Basis*. Cambridge University Press. 994 pp.
- Houghton, J.T.; Meira Filho, L.G.; Lim, B.; Treanton, K.; Mamaty, I.; Bonduky, Y.; Griggs, D.J. & Callender, B.A. 1996. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. IPCC/OECD/IEA. UK Meteorological Office, Bracknell.
- Iglesias, A. & Mínguez, M.I. 1995. *Perspectives for maize production in Spain under climate change*. En: Rosenzweig C., Ritchie, J.T.; Jones, J.W; Tsuji, G.Y; Hildebrand, P.1995. *Climate Change and Agriculture: Analysis of Potential International Impacts*. Special Publication nº 59. American Society of Agronomy. 259-273 pp.
- Inforiesgos. 2010. [www.inforiesgos.es](http://www.inforiesgos.es)
- Instituto de Estadísticas de Extremadura. 2010. [www.estadisticaextremadura.com](http://www.estadisticaextremadura.com)
- Instituto de Estadística de Extremadura. 2009. *Evolución de Macromagnitudes Agrarias*. Extremadura en cifras 2009.
- Instituto Nacional de Estadística. [www.ine.es](http://www.ine.es)
- Instituto Nacional de Estadística. 2009. Indicadores Sociales
- Instituto Nacional de Estadística. 2010. Revisión del Padrón Municipal 2009.
- Instituto Nacional de Estadística. 2010. *Contabilidad Regional de España, serie 2000-2009*, (Estructura sectorial del VAB en el año 2009).
- Instituto Nacional de Estadística. 2010. Encuesta de Población Activa, EPA. INE, primer trimestre del 2010, IT/2010. [www.ine.es](http://www.ine.es)
- Instituto Nacional de Estadística. 2010. *Cuenta Satélite del Turismo*. [www.ine.es](http://www.ine.es)
- IPCC. 2000. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático – Organización Meteorológica Mundial – *Plan de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2000. Informe Especial del IPCC: Escenarios de Emisiones. Resumen para Responsables de Políticas*. 27 pp
- IPCC. 2001. *Resumen para Responsables de Políticas del Grupo de Trabajo I del Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. 94 pp.
- IPCC. 2002. *U.S. Climate Action Network*. Intergubernamental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc.ch/>
- IPCC. 2002. *Cambio Climático y Biodiversidad. Documento técnico V del IPCC*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). 93 pp.
- IPCC, 2007. *Resumen para Responsables de Políticas*. En *Cambio Climático 2007: Impactos y Vulnerabilidad*. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, Parry, M.L.; Canziani, O.F.; Palutikof, J.P.; Van der Linden, P.J. & Hanson, C.E. Cambridge University Press
- Jäger, S.; Nilsson, S.; Berggren, B.; Pessi, A.; Helander, M.; Ramfjord, H. 1996. *Trends of some air-borne tree pollen in the Nordic countries and Austria, 1980-1993. A comparison between Stockholm, Trondheim, Turku and Vienna*. Grana Palynologica, 35: 171-178 pp.
- Künzli, N.; Kaiser, J.; Medina, S.; Studnicka, M.; Chanel, O.; Filliger, P.; Herry, M.; Horak, F. Jr; Puybonnieux-Textier, V.; Quénel, P.; Schneider, J.; Seethaler, R.; Vergnaud, J.C.; Sommer H. 2000. *Public Health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment*. The Lancet 356: 795-801 pp.
- Labrador, J.; Aguirre, I.; Mielgo, A.A.; Bello, A.; Cirujeda, A.; Colmenares, R.; Díaz Rojo, M.A.; García Álvarez, A.; García Romero, C.; González, M.; González, V.; Guzmán, G.; de la Heras, J.; Labrador Moreno, J.; López Pérez, J.A.; Manzano, V.; Mata, C.; Nogueroles, C.; Parra, A.; Picazos, J.; Porcuna, J.L.; Reyes, J.L.; Riechmann, J.; Rodríguez, J.F.; Sánchez, E.; Amador Seco, M.;

- Sicilia, A.; Soriano Niebla, J.J.; Spendeler, L.; Zaragoza, C. 2006. *Conocimientos, técnicas y productos para la Agricultura y la Ganadería Ecológica*. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. 2006. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 423 pp.
- Lacasaña, M.; Esplugues, A. & Ballester, F. 2005. *Exposure to ambient air pollution and prenatal and early childhood health effects*. European Journal of Epidemiology. 2005. 20: 183-199 pp (en prensa).
- Lavado, J.F.; Schnabel, S.; Gómez, A. & Pulido, M. 2009. *Mapping sensitivity to land degradation in Extremadura*. Land degradation & development, 2009. vol 20: 129–144 pp.
- Ley Orgánica 1/1983, 25 de febrero por la que se aprueba el Estatuto de Autonomía de Extremadura (BOE nº49, del 26-02-83)
- Lindgren, E. 1998. *Climate and tickborne encephalitis*. Conservation Ecology, 2: 1-14 pp.
- Lizana, M. & Pedraza, E.M. 1998. *Different mortality of toad embryos (Bufo bufo and Bufo calamita) caused by UV-B radiation in high mountain areas of the Spanish Central System*. Conservation Biology, 12: 703-707 pp.
- López, B.; Sabaté, S.; Ruiz, I. & Gracia, C.A. 1997. *Effects of elevated CO<sub>2</sub> and decreased water availability on holm-oak seedlings in controlled environment chambers*. En: Mohren, GMJ; Kramer, K & Sabaté, S. *Impacts of global change on tree physiology and forest ecosystems*. Kluwer Academic Publisher. 25-133 pp.
- López, B.; Sabaté, S. & Gracia, C.A. 1998. *Fine roots dynamics in a Mediterranean forest: Effects of drought and stem density*. Tree Physiology, 18: 601-606 pp.
- López, B. 2000. *The fine root system of a mediterranean Holm Oak forest. General aspects and effects of thinning*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona. 296 pp.
- López, B.; Sabaté, S. & Gracia, C.A. 2001a. *Annual and seasonal changes of fine roots biomass of a Quercus ilex L. forest*. Plant and Soil, 230: 125-134 pp.
- López, B.; Sabaté, S. & Gracia, C.A. 2001b. *Fine root longevity of Quercus ilex*. New Phytologist, 151(3): 437-441 pp.
- López-Vélez, R. & García Camacho, A. 1998. *Malaria, África y viajes: un triángulo de riesgo*. Revista Clínica. Española, vol 198: 494-5 pp.
- López & Nájera. 2009. *Catástrofes naturales. Prevención y soluciones aseguradoras*. Consorcio de Compensación de Seguros. [www.planeamientoyurbanismo.com](http://www.planeamientoyurbanismo.com)
- Lorente, I.; Gamo, D.; Gómez, J.M.; Santos, R.; Flores, L.; Camacho, A.; Galindo, L.; Navarro, J. 2004. *Los efectos biológicos del cambio climático*. Asociación Española de Ecología Terrestre. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente, 13 (1): 103-110 pp. [www.revistaecosistemas.net](http://www.revistaecosistemas.net)
- Lumbreras, C.; Galante, E. & Mena, J. 1990. *Seguimiento de una población de Bubas bubalus (Olivier, 1811) a través del estudio combinado de diversos caracteres indicativos de edad (Col. Scarabaeidae)*. Boletín Asociación Española de Entomología, 14: 243-249 pp.
- Lumbreras, C.; Galante, E. & Mena, J. 1991. *Ovarian Condition as an Indicator of the phenology of Bubas bubalus (Coleoptera: Scarabaeidae)*. Annals of the Entomological Society of America, 84(2): 190-194 pp.
- Mackenbach, J.P.; Kunst, A.E. & Looman, C.W.N. 1992. *Seasonal variation in mortality in The Netherlands*. Journal of Epidemiology and Community Health, 1992. 46: 261-265 pp.
- Marco, A. & Lizana, M. 2002. *Efectos de la radiación ultravioleta sobre los anfibios en áreas de montaña*. Dirección General del Medio Natural, 2002. Actas de las III Jornadas Científicas del Parque Natural de Peñalara y del Valle del Paular. Biodiversidad: investigación conservación y seguimiento. 73-80 pp.
- Marco, A.; Lizana, M.; Suárez, C. & Nascimento, F. 2002. *Radiación ultravioleta y declive de anfibios*. Quercus, 192: 30-37 pp.
- Martín, J.; García-Barros, E.; Gurrea, P.; Lucíañez, M.J.; Munguira, M.L.; Sanz, M.J. & Simón, J.C. 2000. *High endemism areas in the Iberian Peninsula*. Belgian Journal Entomologie, 2: 47-57 pp.
- Martín, F. & Lobo, J.M. 2000. *Diagnóstico sobre el conocimiento sistemático y biogeográfico de tres órdenes de insectos hiperdiversos en España: Coleoptera Hymenoptera y Lepidoptera*. En: Martín, F.; Morrone, J.J. & Melic, A. 2000. *Hacia un proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES 2000*. Monografías Tercer Milenio, vol. 1, 2000, Sociedad Entomológica Aragonesa. 326 pp.
- Matthies, F.; Bickler, G.; Cardeñosa, N. & Hales, S. 2008. *Heat-health action plans guidance.*, World Health Organization Regional Office for Europe .2008. [www.euro.who.int](http://www.euro.who.int)
- McClougherty, C.A.; Aber, J.D. & Melillo, J.M. 1982. *The role of fine roots in the organic matter and nitrogen budgets of two forested ecosystems*. Ecology, 1982. Vol. 63: 1481-1490 pp.

- McClougherty, C.A.; Aber, J.D. & Melillo, J.M. 1984. *Comparative root and soil dynamics on a white pine watershed and in the hardwood forest in the Coweeta Basin*. *Oikos*, 42: 378-386 pp.
- McGeehin, M.A. & Mirabelli, M. 2001. *The potencial impacts of climate variability and change on temperature related morbidity and mortality in the United States*. *Environmental Health Perspectives*, 109 (suppl 2): 185-189 pp.
- McLean, D.M. 1978. *A terminal Mesozoic "greenhouse": lessons from the past*. *Science*, 201: 401-406 pp.
- McLean, D.M. 1991. *A climate change mammalian population collapse mechanism*. En: Kainlauri, E.; Johansson, A.; Kurki-Suonio, I. & Geshwiler, M. 1991. *Energy and Environment*. ASHRAE. 93-100 pp.
- Michelozzi, P.; Forastiere, F.; Fusco, D.; Perucci, C.A.; Ostro, B.; Ancona, C.; Pallotti, G. 1998. *Air pollution and daily mortality in Rome, Italy*. *Occupational and Environmental Medicine*, 1998. vol 55: 605-610 pp.
- Mínguez, M.I. & Iglesias, A. 1996. *Perspectives of future crop water requirements in Spain: the case of maize as a reference crop*. En: Angelakis, A. & Issar, A.S. (1995). *Diachronic climatic changes impacts on water resources with emphasis on mediterranean region*. NATO- Advanced Research Workshops Series. Sub-series I: Global Environmental Change. 301-317 pp.
- Mínguez, M.I.; Guereña, A.; Díaz-Ambrona, C.G. & Ruiz-Ramos, M. 1998 a. *Impacto en el consumo de agua de los regadíos españoles asociado al cambio climático previsible*. CEDEX: P97- 0260-329 B.
- Mínguez, M.I.; Guereña, A.; Díaz-Ambrona, C.G. & Ruiz-Ramos, M. 1998 b. *Aplicación de los modelos regionales de clima a la predicción de los posibles efectos del cambio climático en las dotaciones de riego*. CEDEX: P97-0260-329B.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2003. *Libro Blanco de la Agricultura y el Desarrollo Rural*. Introducción y Propuesta de las estrategias de Política Agraria Nacional. Secretaría General Técnica. 2003. 49 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 1998. *Libro Blanco del Agua en España*. Documento de síntesis. 43 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2001. *Tercer Inventario Forestal Nacional*. [www.marm.es/portal/secciones/biodiversidad/inventarios/ifn/ifn3/index.htm](http://www.marm.es/portal/secciones/biodiversidad/inventarios/ifn/ifn3/index.htm)
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2008. *Anuario de Estadística*. Secretaría General Técnica del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2008. *Esquema provisional de temas importantes: Parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo*. [www.nuevoplan.chocho.es](http://www.nuevoplan.chocho.es)
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2008. *Perfil Ambiental de España*.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2009. *Cambio Climático y Adaptación de los Recursos Hídricos*. Secretaría General Técnica. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2009.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2009. *Estudio general sobre la Demarcación Hidrográfica del Guadiana*. Confederación hidrográfica del Guadiana. [www.planhidrologico2009.chguadiana.es](http://www.planhidrologico2009.chguadiana.es)
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2010. *Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos, ESYRCE. Resultados 2009*.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2010a. *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España e información adicional. Años 1990-2008*. Comunicación a la Secretaría del Convenio Marco sobre Cambio Climático y Protocolo de Kioto. Secretaría de Estado de Cambio Climático, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Oficina Española de Cambio Climático, 659 pp.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2010b. *Estadísticas 2009. Agricultura Ecológica – España –*. Secretaría General de Desarrollo Rural. Dirección General de Industria y Mercados Alimentarios. Subdirección General de Calidad Diferenciada y Agricultura Ecológica.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. *Libro Digital del Agua*. [www.servicios2.marm.es](http://www.servicios2.marm.es)
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC). 2009. [www.mityc.es](http://www.mityc.es)
- Ministerio de Sanidad y Política Social. 2007. *Informe base para la elaboración del plan nacional de salud y medio ambiente*. Centro Nacional de Sanidad Ambiental. Instituto de Salud Carlos III.
- Moreno Rodríguez, J.M; Aguiló Pérez, E; Alonso Oroza, S; Álvarez Cobelas, M; Anadón Álvarez, R; Ballester Díez, F; Benito Ferrández, G; Castro Muñoz de Lucas, M; Catalán Aguilá, J; Cendrero Uceda, A; Díaz Jiménez, J; Díaz-Fierros Viqueira, F; Duarte Quesada, C; Esteban Talaya, A; Estrada Peña, A; Estrela Monreal, T; Fariña Pérez, A. ; Fernández González, F; Galante Patiño, E; Gallart Gallego, F; García de Jalón Lastra, D; Gil Sánchez, L; Gracia Alonso, C; Iglesias López, A; Lapieza Alustiza, R; Loidi Arregui, J.J; López Palomeque, F; López Vélez, R; López Zafra, JM; Luis Calabuig, E; Meneu Ferrer, V; Mínguez Tudela, I; Montero González, G; Moreno Klemming, J; Moreno Saiz, JC; Nájera Ibáñez, A; Peñuelas Reixach, J; Piserra de Castro, T; Ramos Sánchez, A; Rosa Acosta, D; Ruiz Mantecón, A; Sánchez-Arcilla Conejo, A; Sánchez-Tembleque & Sánchez-Castro, LJ; Valladares Ros, F;

- Vallejo Calzada, VR; Zazo Cardeña, C. 2005. *Evaluación preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático. Proyecto ECCE*. Ministerio de Medio Ambiente. 822 pp.
- Mohren, G.M.J.; Kramer, K. & Sabaté, S. 1997. *Impacts of global change on tree physiology and forest ecosystems*. Kluwer Academic Publishers.1998. 125-133 pp.
- Mouillot, F.; Rambal, S. & Joffre, R. 2002. *Simulating climate change impacts on fire frequency and vegetation dynamics in a Mediterranean-type ecosystem*. *Global Change Biology*, vol 8: 423-432 pp.
- Nicolás, A. 2000. *El Efecto Invernadero y las Externalidades*. Editado en [www.ambiente-ecologico.com](http://www.ambiente-ecologico.com); <http://www.ambiente-ecologico.com/ediciones/070-05-2000/070-editorial.html>
- Oficina Española de Cambio Climático. 2002. *Principales conclusiones del Tercer Informe de Evaluación. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). "Cambio Climático: Ciencia, Impactos, Adaptación y Mitigación"*. Ministerio de Medio Ambiente. 36 pp.
- Oficina Española de Cambio Climático (OECC). 2006. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente, 59 pp.
- On cultivos. [www.oncultivos.es](http://www.oncultivos.es)
- Organización Mundial de Salud (OMS). 2003. *Cambio climático y salud humana. Riesgos y respuestas, Resumen*. 40 pp.
- Ortega, J.A. 2007. *Paleocrecidas, avenidas recientes e hidroclimatología en la cuenca media y baja del río Guadiana*. Tesis doctoral. Servicio de Publicaciones de la Universidad Complutense de Madrid. 535 pp.
- Palau & Alonso. 2008. Embalses y Cambio Climático. Dirección de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Endesa. 49 pp.
- Pekkanen, J.; Brunner, E.J.; Anderson, H.R.; Tiittanen, P. & Atkinson, R.W. 2000. *Daily concentrations of air pollution and plasma fibrinogen in London*. *Occupational and Environmental Medicine*, 57: 818-822 pp.
- Peñuelas, J.; Filella, I.; Comas, P. 2002. *Changed plant and animal life cycles from 1952 to 2000 in the Mediterranean region*. *Global Change Biology*, vol 8: 531-544 pp.
- Pérez Fernández, M.; Rodríguez Gómez, J.; García Laureano, R.; Pérez Ledesma, J. 2009. *Estrategia de Cambio Climático para Extremadura 2009-2012*. Dirección General de Evaluación y Calidad Ambiental. Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente. Junta de Extremadura. 91 pp.
- Pleguezuelos, J.M. 2002. *Las especies introducidas de Anfibios y Reptiles*. En: PLEGUEZUELOS J. M., R. MÁRQUEZ y M. LIZANA, (eds.) 2002. *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Asociación Herpetológica Española (2ª impresión). 587 pp.
- Pope, C.A.; Burnett, R.T.; Thun, M.J.; Calle, E.E.; Krewski, D.; Ito, K. ;Thurston, G.2002. *Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution*. *Journal of the American Medical Association*, 287: 1132-1141 pp.
- Portal de Turismo de Extremadura. 2010. Consejería de Cultura y Turismo. Junta de Extremadura. [www.turismoextremadura.com](http://www.turismoextremadura.com).
- Ramírez, Á & Tellería J.L. 2003. *Efectos geográficos y ambientales sobre la distribución de las aves forestales ibéricas*. *Graellsia*, revista científica, vol 59: 219-231 pp. Museo Nacional de Ciencias Naturales. [www.mncn.csic.es](http://www.mncn.csic.es)
- Ramos, M.A. & Templado, J. 2002. *Invertebrados no insectos*. En: Reyero, JM. 2002. *La Naturaleza de España*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente.2002. 190-207 pp.
- Ramos, M.A.; Lobo, J.M. & Esteban, M. 2002. *Riqueza faunística de la Península Ibérica e islas Baleares. El proyecto 'Fauna ibérica'*. En: Pineda, F.D.; de Miguel, J.M.; Casado, M.A. & Montalvo, J. 2002. *La Diversidad Biológica de España*. Prentice Hall. 197-207 pp.
- Randolph, S.E.; Miklisova, D.; Lysy, J.; Rogers, D.J. & Labuda, M. 1999. *Incidence from coincidence: patterns of ticks infestations on rodents facilitate transmission of tick-borne encephalitis virus*. *Parasitology*, 1999, 118: 177-186 pp.
- Reiters, P. 2001. *Climate change and mosquito-borne disease*. *Environment Health Perspectives*, vol 109 (suppl 1): 141-161 pp.
- Red Eléctrica de España. 2010. *Informe del Sistema Eléctrico 2009*. [www.ree.es](http://www.ree.es)
- Rogers, D.J. & Randolph, S.E. 2000. *The global spread of malaria in a future, warmer world*. *Science*, 2000. Nº 289: 1763-1765 pp.
- Rogers, DJ & Packer, MJ. 1993. *Vector-borne diseases, models and global climate change*. *The Lancet*, 1993. 342: 1282-1284 pp.
- Reglamento (CE) 2152/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de noviembre de 2003 sobre el seguimiento de los bosques y de las interacciones medioambientales en la Comunidad (Forest Focus).(DOUE 17 noviembre de 2003).



- Rodríguez, D.; Ewert, F.; Goudriaan, J.; Manderscheid, R.; Burkart, S.; Mitchell, R.A.C. & Weigel H.J. 2001. *Modeling the response of wheat canopy assimilation to atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations*. New Phytologist, 150: 337-346 pp.
- Ruiz de la Torre, J. 2005. *Mapa Forestal de España*. Ministerio de Medio Ambiente, 554 pp.
- Santos, T. & Tellería, J. 1995. *Global environmental change to and the future of Mediterranean forest avifauna*. En: Moreno, J.M. & Oechel, W.C. 1995. *Global change and Mediterranean type ecosystems*. Springer-Verla, 1995. 457-470 pp.
- Scott, T.; Chapin, S.F. & Starfield, M.A. 2000. *Response of subarctic vegetation to transient climatic change on the Seward Peninsula in north-west Alaska*. Global Change Biology, vol 6: 541-551 pp.
- Soulsby, E.J.L. 1982. *Helminths, Arthropods and protozoa of domesticated animals*. Tea & Febiger Publishers.1982.
- Statistical Office of the European Communities, Eurostat. 2009. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>
- Stern, N. 2006. *Stern Review on the Economics of Climate Change*. Cambridge University Press.
- Sutherst, RW. 2004. *Global change and human vulnerability to vector-borne diseases*. Clinical Microbiology Reviews, 17: 136-173 pp.
- Valent, F.; Little, D.; Bertollini, R.; Nemer, L.E.; Barbone, F. & Tamburlini, G. 2004. *Burden of disease attributable to selected environmental factors and injury among children and adolescents in Europe*. The Lancet, 2004, vol 363 (9426): 2032-9 pp.
- Velazhahan, R.; Kunwei, C.; Coimbatore, S.; Subbaratnam, M.1999. Induction of thaumatin-like proteins (TLPs) in *Rhizoctonia solana*-infected rice and characterization of two new cDNA clones. *Physiol Plant* .1999. 102: 21-28 pp.
- Verdú, J.R. & Galante, E. 2002. *Climatic stress food availability and human activity as determinants of endemicity patterns in the Mediterranean Region: the case of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea) in the Iberian Peninsula*. Diversity and Distributions, 8: 259-274 pp.
- World Health Organization (WHO). 2004. *Heat-Waves: risks and responses*. Health and Global Environmental Change. Series No.2.
- Yunis, E. 2007. *Turismo, sostenibilidad y desafíos globales*. Instituto de Estudios Turísticos. Secretaria General de Turismo. Secretaría de Estado de Turismo y Comercio. nº 172-173, 67-72 pp.

[www.extremambiente.es](http://www.extremambiente.es)



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

*"Una manera de hacer Europa"*

JUNTA DE EXTREMADURA  
Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente