



DIPUTACIÓN
DE **ÁVILA**

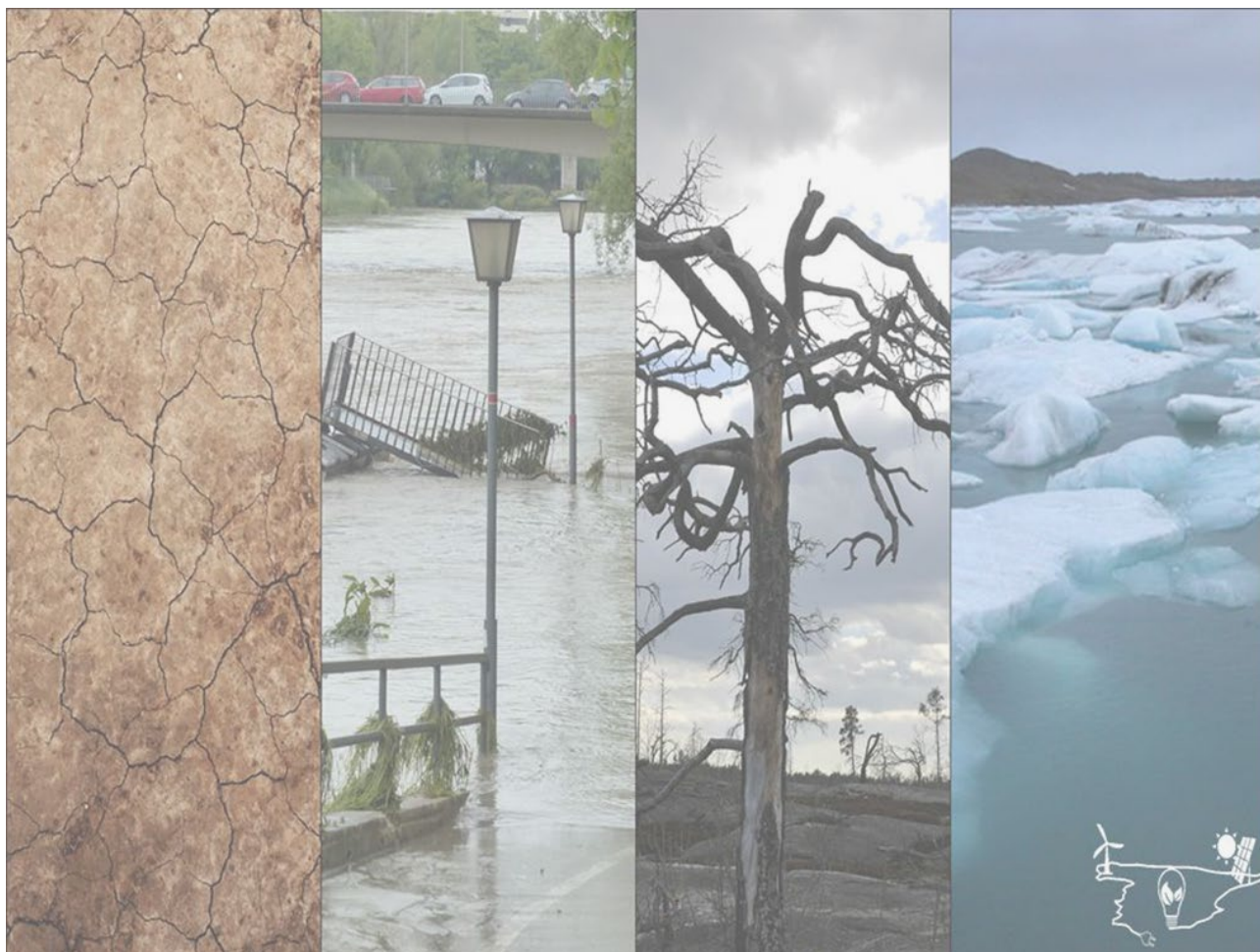


VNIVERSIDAD
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



800 AÑOS
VNIVERSIDAD
D SALAMANCA
1218 - 2018



Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Transición justa a Economía Baja en Carbono de la provincia de Ávila – PMACC Ávila INFORME FASE 1 – 3º PARCIAL

Diputación de Ávila		
Presidente: Carlos García González		
Dirección: Plaza Corral de las Campanas, S/N, 05001 Ávila		
Teléfono: 920 35 71 02	Fax:	Email: Presidencia@diputacionavila.es

Universidad de Salamanca Grupo de Investigación TIDOP		
Persona de contacto: Susana Lagüela López		
Dirección: Escuela Politécnica Superior de Ávila. Hornos Caleros, 50, 05003, Ávila		
Teléfono: +34 636391186	Fax:	Email: sulaguela@usal.es

Título

Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Transición justa a Economía Baja en Carbono de la provincia de Ávila – PMACC Ávila

Fase 1. Justificación, encuadre y análisis de sectores.

1. Justificación

El Cambio Climático se define como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). Por tanto, el conocimiento de la situación de una zona concreta con respecto de los efectos del cambio climático en la misma requiere el análisis desde diferentes frentes: evolución del clima; evolución de la actividad humana; evolución del entorno natural (masas de agua, ecosistemas naturales).

Para minimizar el efecto humano en el cambio climático, así como reducir la afectación del cambio climático en la forma de vivir humana, los planes internacionales, nacionales y regionales determinan Estrategias de Mitigación y Estrategias de Adaptación al Cambio Climático, que aportan indicaciones sobre cómo actuar, de manera integral y por sector. Además de las estrategias generales, aplicables a todos los entornos tales como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la optimización de los consumos de agua y energía, es necesario redactar estrategias específicas para cada zona, que aborden de manera concreta las problemáticas y circunstancias de cada sector, de cara a que las soluciones planteadas de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático se ajusten a las necesidades de los habitantes y el entorno natural de la zona de estudio. Por ello, se hace imprescindible partir de un estudio detallado de la situación de cada sector, incorporando en cada caso los sectores relevantes en la actividad de la zona de estudio.

Se trata en este informe de proporcionar un análisis preliminar de la situación de la provincia de Ávila con respecto de su vulnerabilidad y nivel de afectación frente al cambio climático. Para ello, se plantean 4 bloques: el primero encuadra la metodología llevada a cabo en el proyecto de Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático de la provincia de Ávila con las estrategias internacionales, nacional y regional. El segundo bloque realiza un balance energético de la provincia, en términos de CO₂, incluyendo un análisis de emisiones y de capacidades de sumidero. El tercer bloque incluye un análisis por sectores, de la situación de la provincia de Ávila con respecto del cambio climático; tratando los sectores climático, hídrico, agrícola, forestal, energético, transporte, social y turismo, incluyendo en este último el estado del patrimonio histórico, tan abundante y variado en la provincia. Finalmente, el cuarto bloque recopila las iniciativas de financiación que cubren uno o varios de los aspectos tratados en este plan.

2. Encuadre del PMACC Ávila con las Estrategias de Carácter Internacional, Nacional y Regional.

El PMACC Ávila se encuadra dentro de las estrategias internacionales y regionales de Adaptación y Cambio Climático.

Nivel internacional

Este plan de mitigación y adaptación se enmarca plenamente en los diferentes acuerdos internacionales de los que España forma parte, en particular las obligaciones establecidas en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en el Marco de Adaptación de Cancún y el Acuerdo de París.

El acuerdo de París (inglés: Paris Agreement; francés: Accord de Paris) dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Clima en el que se establecen las medidas para la reducción de las emisiones de Gases de efecto Invernadero (GEI) a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del Calentamiento Global, y las sucesivas Conferencias sobre Cambio Climático COP que establecen el año 2050 como límite para descarbonización de la economía necesario para no rebasar el límite de 1.5º C de calentamiento Global.

Nivel europeo

Dentro del marco europeo, se tiene la estrategia Europea de Cambio Climático y el recientemente introducido Pacto Verde Europeo (European Green Deal) que busca alinear todas las políticas europeas para conseguir los objetivos del tratado de París por el Clima y coordinar las acciones nacionales de Mitigación y Adaptación.

De especial importancia para el PMACC Ávila es la plataforma de Adaptación por el Clima ADAPT (European Climate Adaptation Platform Climate-ADAPT <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>), esta plataforma provee soporte a los países y regiones para acceso a datos e información en

- Cambios esperados del Clima en Europa
- Vulnerabilidades presentes y futuras de regiones y sectores
- Casos de estudio de Adaptación
- Herramientas para la planificación de la Adaptación

La plataforma es un repositorio de información acerca de los siguientes temas:

- Políticas de adaptación de la UE, adaptación en los sectores políticos de la UE (agricultura, biodiversidad, zonas costeras, silvicultura, gestión del agua, mares y pesca, enfoques basados en los ecosistemas, reducción del riesgo de desastres, edificios, energía, transporte, salud, urbano), Política regional de la UE
- Conocimiento: temas, datos e indicadores, proyectos de investigación, herramientas, práctica
- Redes nacionales y europeas

Además, el PMACC Ávila será coherente con las directrices definidas en la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Unión Europea y su evaluación, y tiene en cuenta las necesidades de comunicación en materia de adaptación determinadas tanto por el Reglamento 525/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de mayo de 2013 como por el nuevo reglamento sobre la Gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima (Reglamento UE 2018/1999).

Una primera recomendación del PMACC Ávila sería la de publicar en esta plataforma el documento final para divulgar los resultados en esta plataforma especializada en beneficio de otras regiones en España o Europa.

Nivel nacional (España)

A nivel nacional, el PMACC Ávila está inscrito dentro del **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, PNACC**.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) constituye, desde 2006, el marco de referencia de los esfuerzos públicos para la generación de conocimiento y la construcción de respuestas adaptativas frente al cambio climático en España. Se trata de un instrumento de planificación básico para promover la acción coordinada y coherente, desde una perspectiva transversal, multilateral (desde distintos sectores) y multinivel (diferentes escalas territoriales), de medidas ante los riesgos y amenazas que presenta el cambio climático en los diferentes ámbitos de la sociedad. El PNACC define objetivos, criterios, ámbitos de aplicación y acciones para construir resiliencia, anticipar y minimizar daños, y definir las orientaciones para los sectores y la sociedad.

En junio de 2020, se publicó el primer borrador **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030**, que incluye **81 líneas de acción** a desarrollar por parte de los diferentes sectores socioeconómicos del país para construir una economía y una sociedad más seguras y menos vulnerables a los impactos y riesgos del cambio climático. Estas 81 líneas de acción sectoriales están encuadradas en 18 ámbitos de trabajo, entre los que destacan clima y escenarios climáticos, salud humana, agua y recursos hídricos, biodiversidad y áreas protegidas, forestal, desertificación, caza y pesca continental y agricultura, ganadería, pesca y alimentación. A ellos se suman otras áreas como costas y medio marino, ciudad, urbanismo y vivienda, patrimonio cultural, energía, movilidad y transporte, industria y servicios, turismo, sistema financiero y actividad aseguradora, reducción del riesgo de desastres, investigación e innovación, educación y sociedad y paz, seguridad y cohesión social.

Este nuevo PNACC, que cubre el horizonte temporal 2021-2030, tiene como principal objetivo establecer una hoja de ruta que dé respuesta a las crecientes necesidades de adaptación al cambio climático en España, con el fin último de evitar o reducir los riesgos económicos, sociales y ecológicos y favorecer una mejor preparación para la recuperación tras los impactos.

El PNACC establece en detalle la metodología que hemos adaptado para el PMACC Ávila y da coherencia a la estrategia del plan de Ávila con el Plan Nacional.

El 19 de mayo de 2020 el Consejo de Ministros presentó a las cortes el proyecto de **Ley de Cambio Climático y Transición Energética (LCLTE)**.

Esta ley tiene como objeto facilitar que la economía española sea neutra en emisiones antes de mitad de siglo y recoge en un texto legal, por primera vez, la necesidad de emprender políticas públicas de adaptación al cambio climático. Todo ello para promover la implantación de un modelo de desarrollo sostenible que genere empleo decente, articule instrumentos para atender a los colectivos vulnerables, favorezca ciudades y pueblos más habitables y saludables, fomente el desarrollo rural y proteja la biodiversidad.

El LCLTE incorpora a todos los sectores económicos a la acción climática, desde la generación de energía y las finanzas a los sectores primarios, pasando por el transporte, la industria o las administraciones públicas. Su contribución conjunta y transversal, a lo largo de las próximas décadas, será decisiva para alcanzar el objetivo de neutralidad climática y les permitirá adaptarse a la nueva revolución industrial asociada a la economía baja en carbono, que ya está en marcha.

El PMACC Ávila se inscribe también dentro las líneas de actuación que contempla el PLCCTE que se encuentra actualmente en tramitación en las cortes debido a la situación de estado de alarma por la COVID-19.

El PLCCTE es uno de los pilares en los que España basa su marco estratégico para la descarbonización de la economía. Los otros pilares son el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030, la Estrategia de Transición Justa, la Estrategia de Pobreza Energética y la **Estrategia a Largo Plazo para la Modernización, Innovación y Neutralidad Climática de la Economía Española el 2050 (ELP 2050)**. Esta última ha sido aprobada el 3 de noviembre por el Consejo de Ministros, y se establece como una guía para orientar las inversiones de los próximos años para conseguir la neutralidad de carbono en 2050.

Finalmente, el PMACC Ávila incluirá las recomendaciones del **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 en materia de energías renovables**. Este Plan Nacional define los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, de penetración de energías renovables y de eficiencia energética. Determina las líneas de actuación y la senda que, según los modelos utilizados, es la más adecuada y eficiente, maximizando las oportunidades y beneficios para la economía, el empleo, la salud y el medio ambiente; minimizando los costes y respetando las necesidades de adecuación a los sectores más intensivos en CO₂. Es un documento programático que fue enviado el 31 de marzo de 2020 a la Comisión Europea y con ello España da cumplimiento al Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima. De este Plan ya han salido medidas como la “Hoja de Ruta del Hidrógeno: una apuesta por el hidrógeno renovable” y la “Estrategia de almacenamiento energético”.

Nivel Regional

A nivel de Castilla y León, el Plan será coherente con la **Estrategia Regional contra el Cambio Climático en Castilla y León 2009-2012-2020**. Este documento, que define las políticas regionales de mitigación de las emisiones de gases causantes del efecto invernadero, tiene como objetivo definir y programar actuaciones normativas, inversoras, de gestión, formativas, divulgativas y de fomento que permitan una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de los sectores difusos.

Enfoque metodológico

Utilizaremos un enfoque similar a la **aproximación metodológica con que se planteó el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, PNACC**. Esta es una combinación de los enfoques arriba-abajo (top-down) y abajo-arriba (bottom-up approach), Figura 1.

El enfoque arriba-abajo dentro del **PMACC Ávila**, se definirá mediante las siguientes características:

- Enfoque centralizado y descendente, que parte de lo general a lo particular.
- Basado en escenarios climáticos y socioeconómicos.
- Se usan métodos y herramientas tales como downscaling y modelos sectoriales de impactos.

Este enfoque analiza mejor las interacciones dinámicas y es idóneo para horizontes a largo plazo, mientras que sufre de falta de reflejo de interacciones humanas y capacidades locales.

Por su parte, el enfoque abajo-arriba se caracteriza en el propio PNACC de la siguiente forma:

- Enfoque descentralizado y ascendente, que parte de la base, de lo particular a lo general.
- Basado en la identificación de la vulnerabilidad.
- Combina la evaluación de la vulnerabilidad actual y futura a factores climáticos con factores no climáticos, involucrando de forma intensiva a actores clave.

Este enfoque representa mejor las opciones locales y es idóneo para horizontes a corto-medio plazo. Sin embargo, no es aplicable cuando hay carencia de datos.

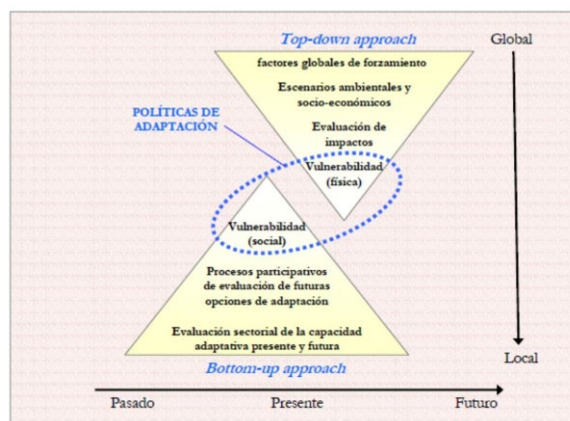


Figura 1. Enfoques arriba-abajo y abajo-arriba en el PNACC. Fuente: PNACC: Originalmente adaptado de FINADAPT, Assessing the Adaptive Capacity of the Finnish Environment and Society under Climate Change, 2004.

Componentes del PMACC Ávila

La figura 2 sintetiza los principales componentes que configuran el PMACC Ávila.

Este es el marco general para el desarrollo de las distintas **evaluaciones iniciales de impactos, vulnerabilidad y adaptación** al cambio climático en los sectores y/o sistemas en la **provincia de Ávila**. El propio PNACC afirma que «los componentes señalados en la figura tendrán un mayor o menor desarrollo según la naturaleza y las características de los proyectos y evaluaciones».

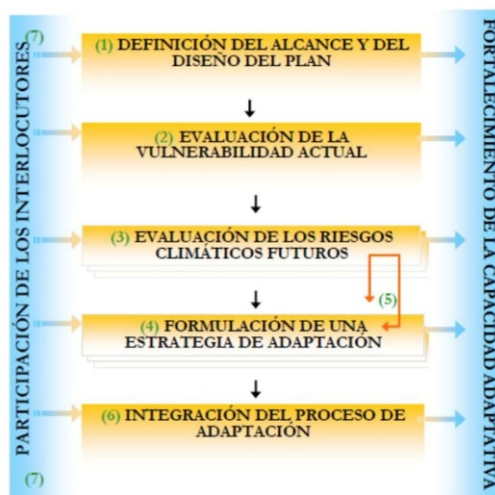


Figura 2. Componentes del PNACC. Fuente: PNACC. Originalmente adaptado de Adaptation Policy Framework for Climate Change. UNDP, 2004 y con elementos de Climate adaptation: risk, uncertainty and decision-making. UKCIP Technical Report, 2003.

3. Situación de las emisiones en la provincia de Ávila

La influencia más importante de la actividad antropogénica sobre el clima se encuentra asociada al incremento del efecto invernadero, consistente en la retención de parte de la energía incidente en la Tierra por ciertos gases, llamados Gases de Efecto Invernadero (GEIs). Los principales GEIs responsables del cambio climático son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y los gases fluorados. De ellos, el que contribuye en mayor medida al calentamiento del planeta es el primero, el dióxido de carbono.

A pesar de que en la tierra se produce de manera natural un balance de GEIs, y en concreto de CO_2 , la actividad antropogénica ha desequilibrado los ciclos existentes, de manera que la liberación de CO_2 a la atmósfera se produce a un ritmo superior al que este es retirado, por actividades como la fotosíntesis de las plantas.

De este modo, las opciones para mitigar el cambio climático son tanto reducir las emisiones de GEIs y captar CO_2 de la atmósfera con sumideros de carbono (biomasa y materia orgánica de los suelos).

Para hacer una planificación de este balance, es necesario conocer las emisiones de cada zona, así como la capacidad de sumidero de la que dispone la misma. A nivel global, se estima que se produce un incremento anual de CO_2 en la atmósfera de 11.5 Gt de CO_2 . En este apartado, se plantean los estudios de emisiones por sector y de capacidad de sumidero de la provincia de Ávila.

3.1. Inventario de emisiones de CO_2 en la provincia de Ávila

A partir de los datos ofrecidos por el Ente Público Regional de la Energía de la comunidad autónoma de Castilla y León, en adelante EREN, se ha realizado el estudio de emisiones y consumo energético para la provincia de Ávila.

La evolución de emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) en la provincia de Ávila ha ido disminuyendo en los últimos años. Tomando como referencia el valor de emisiones en el año 2008, la cantidad de emisiones ha disminuido un 22% en el año 2018 (Figura 3 izq.).

Para poder comprender la evolución de las emisiones, es necesario estudiar también la evolución del consumo de energía, ya que están directamente relacionadas, así como las diferentes fuentes energéticas utilizadas en la provincia.

La evolución del consumo energético en la provincia de Ávila ha sido decreciente en los últimos años, al igual que los valores de emisión de GEIs. Cabe destacar el periodo entre los años 2009 – 2012, en el que los valores de emisión de GEIs permanecen más o menos constantes, aunque los consumos energéticos crecen (Figura 3 der.). Esto se explica atendiendo al tipo de fuentes energéticas utilizadas.

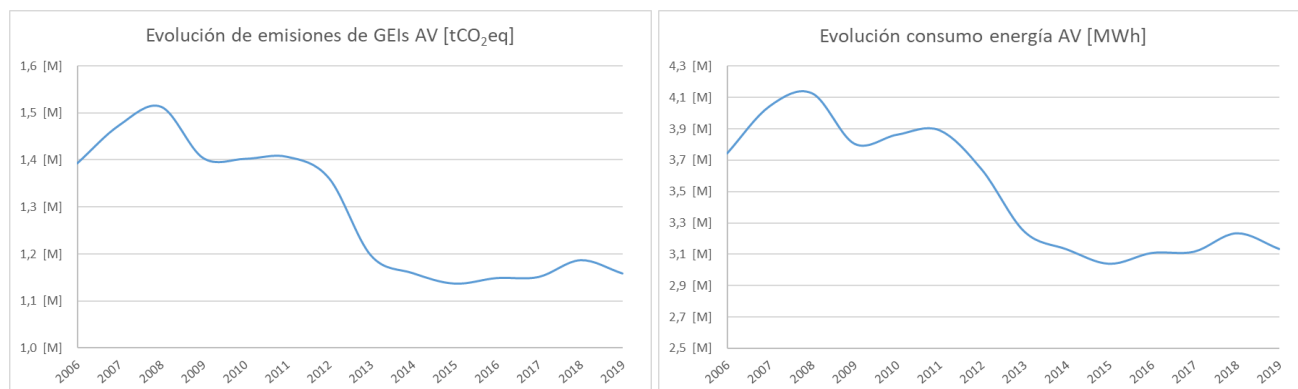


Figura 3. Evolución de las emisiones de GEIs (izquierda) y del consumo de energía (derecha) en la provincia de Ávila entre los años 2006 y 2019.

Atendiendo al tipo de fuentes energéticas, vemos la tendencia decreciente de consumo de petróleo en favor del gas natural (Figura 4), y por consiguiente una reducción de emisiones de GEIs en el periodo 2009-2012 aun manteniendo los mismos niveles de consumo energéticos en la provincia de Ávila, como se comenta en el párrafo anterior.

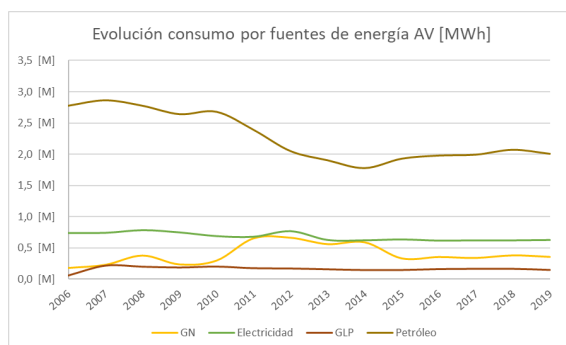


Figura 4. Evolución del consumo por fuentes de energía en la provincia de Ávila entre los años 2006 y 2019.

Si atendemos al consumo de energía por sectores (Figura 5 izq.), considerando el consumo total de energía en la provincia de Ávila para el año 2018, se han clasificado los consumos en función de los porcentajes estimados por el EREN en el año 2016 en su informe anual.

Se observa que el sector transporte, es el que más consumo energético tiene con un 44%, seguido del sector de la agricultura con un 18%, y en un tercer lugar se encontraría el sector doméstico o residencial con un 14%.

Si atendemos a la cantidad de GEIs correspondientes a estos sectores (Figura 5 der.), se mantiene el orden de consumo, pero varían ligeramente los porcentajes debido al tipo de fuente energética que utiliza cada uno de ellos, y por lo tanto afectando al nivel de emisiones.

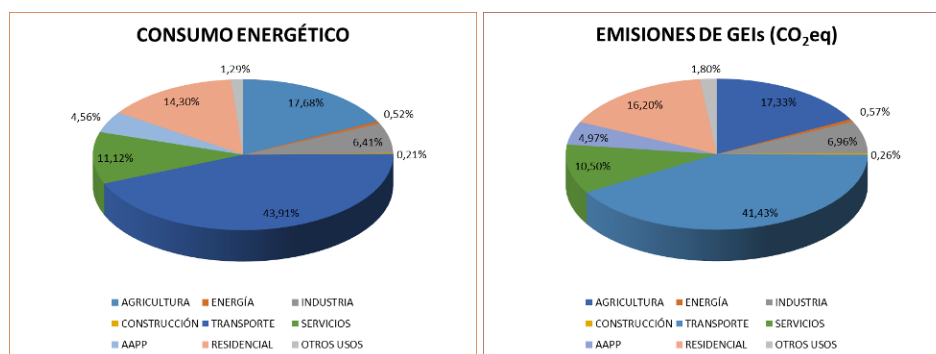
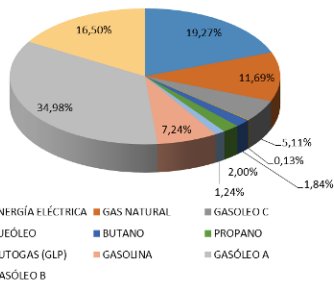


Figura 5. Reparto de consumo de energía (izquierda) y de emisiones de GEIs (derecha) por sectores en el año 2018.

Si atendemos al nivel de consumo de fuentes energéticas en la provincia de Ávila para el año 2018 (Figura 6 izq.), vemos que el gasóleo (A) es la fuente energética más utilizada con un 35%, seguida de la electricidad con un 19% y del gasóleo (B) 17%. Estos resultados tienen su lógica considerando que la mayor parte del transporte se realiza por carretera (Gasóleo A), y que la agricultura tiene un fuerte peso en el consumo energético dentro de la provincia (Gasóleo B)

Viendo el siguiente gráfico nos podemos hacer una idea del impacto que tienen las diferentes fuentes energéticas en los valores de emisiones. En el caso de la electricidad, vemos como aumenta la proporción de emisiones con respecto a las de consumo (Figura 6 der.), y esto tiene su explicación por la gran dependencia de centrales térmicas (combustibles fósiles) en el sistema de generación eléctrica en sistema eléctrico español.

CONSUMO FUENTES ENERGÉTICAS



EMISIONES DE GEIs (CO₂eq)

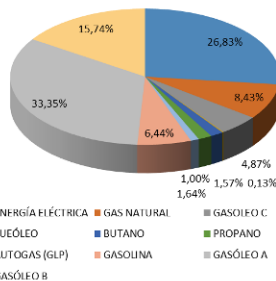


Figura 6. Reparto de consumo de energía (izquierda) y de emisiones de GEIs (derecha) por fuente energética en el año 2018.

En la Tabla 1 se muestran los valores de consumo energético y de emisiones de gases de efecto invernadero para la provincia de Ávila en el año 2018. El total neto contiene el balance de emisiones netas, reduciendo las emisiones que no se emiten gracias a la generación de energía con energías renovables.

Tabla 1. Reparto de consumo de energía y de emisiones de GEIs por sector en el año 2018.

SECTOR	CONSUMO ENERGÉTICO	EMISIONES DE GEIs	
	MWh	tCO ₂	tCO ₂ eq
AGRICULTURA	571.953	156.977	186.108
ENERGÍA	16.895	5.152	7.071
INDUSTRIA	207.484	63.011	94.636
CONSTRUCCIÓN	6.744	2.330	3.587
TRANSPORTE	1.420.545	375.247	433.603
SERVICIOS	359.586	95.067	147.222
AAPP	147.361	44.992	70.202
RESIDENCIAL	462.474	146.741	217.387
OTROS USOS	41.818	16.309	26.721
ENERGÍAS RENOVABLES	667.078	260.160	426.263
TOTAL BRUTO*	3.234.860	905.826	1.186.538
TOTAL NETO	2.567.782	645.666	760.275

* Total Bruto representa la suma de todos los sectores desde agricultura hasta otros usos; Total Neto se corresponde con el total bruto aplicando el ahorro energético y de emisiones que implica la generación con energías renovables.

3.2. Capacidad de sumidero de CO₂ de la provincia de Ávila

Se entiende por sumidero “cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero de la atmósfera” (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). Sin embargo, la fijación de carbono considerada por el Protocolo de Kioto es aquella que depende directamente de la actividad humana y se ha desarrollado a partir de 1990. En concreto, el Artículo 3.3 del Protocolo, únicamente considera la absorción de carbono por los sumideros debida a la actividad humana directamente relacionada con el uso del suelo, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura.

A nivel global, el contenido de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera se regula de forma natural mediante bucles de realimentación del ciclo a través del CO_2 fijado por la vegetación, en general, por los seres fotosintéticos, y por la difusión en el sistema oceánico. Así, la capacidad de sumidero es el papel esencial que juega la vegetación absorbiendo CO_2 de la atmósfera y sintetizándolo como carbono en forma de biomasa mediante su función vital; la fotosíntesis (Figura 7).

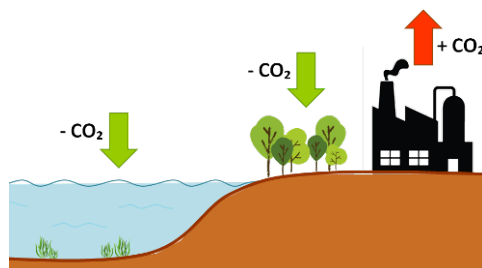


Figura 7. Esquema de absorciones y emisiones de CO_2 .

El conocimiento del papel de la vegetación terrestre (principalmente arbórea y arbustiva) en el ciclo biogeoquímico del carbono es clave para poder establecer estrategias que ayuden a atenuar las emisiones a la atmósfera.

Mediante los mecanismos de potenciación de sumideros se pretende encontrar formas de compensar el exceso de CO_2 emitido con el desarrollo económico de una manera sostenible. En este sentido, se ha realizado una estimación de la capacidad de sumidero de la provincia de Ávila en base a la biomasa viva (aérea y subterránea) existente y utilizando como fuentes de datos los Inventarios Forestales Nacionales y Mapas Forestales Españoles más actuales disponibles.

Metodología de estimación de captaciones de CO_2

La metodología adoptada para la estimación se basa en las Directrices IPCC revisadas en 1996 (Houghton et al., 1996¹) y en 2006 (Eggleston et al., 2006²). Concretamente, se utiliza el “método de diferencia de existencias” de Carbono (C) de la biomasa viva (aérea y subterránea) en las tierras forestales que permanecen como tales en dos momentos diferentes. La estimación por parte de la información recogida en el Inventario Forestal Nacional 2 y 3 (IFN2 de 1991 e IFN3 de 2002) y la estimación por parte del Mapa Forestal Español (MFE) de 2015.

Mediante los datos extraídos de ambas fuentes de datos para la provincia de Ávila (Figura 8) se realiza una estimación del incremento de biomasa anual para el resto de los años asumiendo una interpolación lineal (Tabla 2). El volumen maderable por hectárea se ha transformado en toneladas de materia seca por hectárea mediante los factores de expansión de biomasa por densidad BEFD³ del CREAM⁴. Por su parte, la conversión de biomasa total en toneladas de materia seca a toneladas de C se ha realizado utilizando valores nacionales de la fracción de C en materia seca CF⁵. Finalmente, el incremento anual de las existencias de C de la biomasa viva en t de C se obtiene multiplicando el incremento anual medio de C, en tC/ha por la superficie de tierras forestales que permanecen como tales, en ha, del año correspondiente.

¹ Intergovernmental Panel on Climate Change, & Houghton, J. T. (1996). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Greenhouse Gas Inventory Workbook. OECD.

² Eggleston, H. S., & Buendia, L. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Institute for Global Environmental Studies (IGES). Hayama, Japan: IGES.

³ En la Guía IPCC 2006, los factores BEFD se denominan factores de conversión y expansión de biomasa.

⁴ Factores de Expansión de Biomasa por Densidad, validados internacionalmente a través de la acción COST-E21. Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF).

⁵ La fuente de información para estos valores es la Monografía 13 INIA. Serie Forestal “Producción de biomasa y fijación de CO_2 por los bosques españoles” 2005.

Los cambios de existencias de C (que impliquen transferencias a la atmósfera) se convierten en unidades de emisión/absorción de CO₂ multiplicando el valor de CSC obtenido por la relación entre el peso molecular del CO₂ y el C; -44/12⁶. El cambio de signo se debe a la convención de que los aumentos de existencias de C, es decir, los cambios de existencias positivos representan una absorción, o emisión negativa (-), de la atmósfera, mientras que las reducciones en las existencias de C, es decir, los cambios de existencias negativos representan una emisión positiva (+) a la atmósfera.

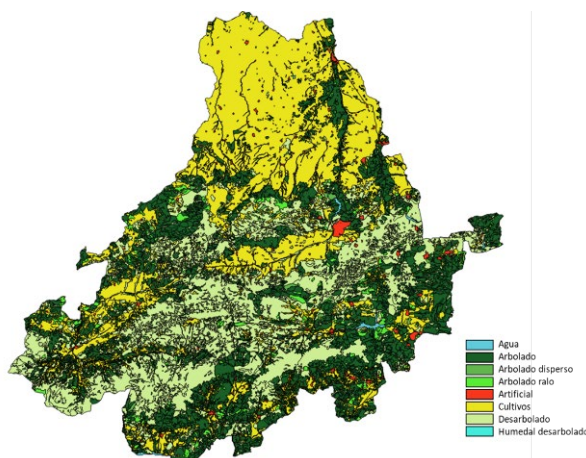


Figura 8. Clasificación del MFE de 2015 para la provincia de Ávila.

Tabla 2. Estimación de la capacidad de sumidero de la provincia de Ávila para el año 2020.

Cálculo en base a la superficie forestal de monte arbolado del MFE50 de 2015.

Superficie total forestal monte arbolado IFN3	111789	ha
Superficie total forestal monte arbolado MFE50_2015	123182	ha
Año IFN3	2002	
Año MFE50_2015	2015	
Incremento (+) / Descenso (-) de S forestal anual (ha/año)	876	ha/año
Existencias de biomasa viva (aérea y subterránea) GT IFN2	22.86	t C/ha
Existencias de biomasa viva (aérea y subterránea) GT IFN3	25.77	t C/ha
Incremento (+) / Descenso (-) de biomasa viva anual	0.22	t C/ha año
Fracción de Carbono de la materia seca (t C/t ms)	0.50	t C/t ms
Existencias de biomasa viva (aérea y subterránea) GT IFN2	45.72	t ms/ha
Existencias de biomasa viva (aérea y subterránea) GT IFN3	51.54	t ms/ha
Incremento (+) / Descenso (-) de biomasa viva anual	0.45	
Existencias de Carbono 2015 en base a la biomasa viva 2002 y Superficie forestal 2015	3532856	t C
Existencias de Carbono 2020 en base a la biomasa viva 2002 y la Superficie forestal 2015	3430092	t C
Absorción (-) / Emisión (+) de CO ₂ en base a la biomasa viva 2002	-12954000	t CO ₂
Absorción (-) / Emisión (+) de CO ₂ en base a la biomasa viva 2020	-12577000	t CO ₂
Incremento de absorción (-) / emisión (+) de CO ₂ anual en base a la ganancia/pérdida biomasa viva	-720	t CO ₂ /año

⁶ https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guiapa_tcm30-479094.pdf

Para los cálculos se han tenido en cuenta todas las especies forestales, a excepción de la 1500 (mosaico arbolado/desarbolado sobre cultivo), 3400 (mosaico arbolado/desarbolado sobre cultivo, mosaico arbolado/desarbolado sobre prado), 3500, 8000 y 9000 (mosaico desarbolado y/o mosaico arbolado sobre forestal desarbolado) con cualquier factor de cobertura FCC y teniendo en cuenta su ocupación.

Los resultados obtenidos (Tabla 1) son el resultado de suponer un crecimiento de biomasa anual idéntico entre el IFN3 y el MFE50 de 2015, es decir entre 2002 y 2015 e interpolarlo al resto de años entre 2015 y 2020.

Tras la estimación realizada se observa una tendencia al **crecimiento de la superficie forestal en la provincia de Ávila que se traduce en un incremento de la biomasa viva (aérea y subterránea) lo que redunda, en definitiva, en una absorción de CO₂ de la atmósfera o capacidad de sumidero de 720 t CO₂ al año.**

4. Relaciones entre sectores consideradas para el análisis intersectorial de la provincia de Ávila con respecto del Cambio Climático

Los sectores y sistemas no son estancos, sino muy a menudo interdependientes, y esto tendrá que ser tenido en cuenta en las evaluaciones de vulnerabilidad y las opciones de adaptación para cada uno de ellos. Por tanto, se realizará el estudio mediante la integración y coordinación de disciplinas, y grupos de expertos que trabajan en los diversos ámbitos sectoriales.

Por tanto, las evaluaciones de los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático de los distintos sectores y sistemas deben integrarse, a medida que vayan desarrollándose, en distintos ámbitos geográficos regionales o subregionales españoles, con objeto de proporcionar una información relevante para orientar las estrategias de uso, planificación y gestión del territorio.

Así, en este análisis de sectores se han tenido en cuenta especialmente las siguientes correlaciones:



A modo de ejemplo, la **reducción de los riesgos derivados de las inundaciones** se aborda desde varias de las líneas definidas, destacando:

1. La mejora de los **sistemas de observación** orientados a alertas tempranas sobre fenómenos hidrometeorológicos extremos.
2. La mejora de los **Planes de Gestión** del Riesgo de Inundaciones, incorporando la variable cambio climático.
3. La integración de los riesgos y la adaptación al cambio climático en la **planificación territorial y urbanística**.
4. La creación de incentivos para la prevención de riesgos, integrando la adaptación en la **actividad aseguradora**.
5. La evaluación integrada del riesgo de desastres considerando las **proyecciones y escenarios de cambio climático**.
6. El refuerzo de los sistemas de autoprotección ante desastres climáticos en **comunidades de riesgo**.
7. La **capacitación** a las comunidades de riesgo para que puedan participar activamente en los procesos colectivos de prevención y gestión del riesgo.

5. Análisis de sectores

5.1. Análisis climático: Reconstrucción de series climáticas a partir de bases de datos y proyección en diferentes escenarios en la provincia de Ávila

Con el fin de conocer cuáles son las predicciones que muestran los principales modelos de evolución climática y de tener una visión general de cómo el cambio en el clima se está ya produciendo, se ha llevado a cabo una labor de búsqueda bibliográfica de los principales repositorios de datos climáticos y de resultados de modelos de predicción, admitidos y avalados por la comunidad científica.

La tendencia progresiva al ascenso de las temperaturas medias en Ávila desde 1900 hasta 2019, se ha ilustrado con un gráfico de “Warming Stripes”, mostrado en la figura 9.

Los datos empleados se han obtenido por diferentes instituciones y especialistas de a partir diversas fuentes y técnicas, siempre debidamente contrastadas y aceptadas por la comunidad científica y se detallan en el apartado “técnicas empleadas”.

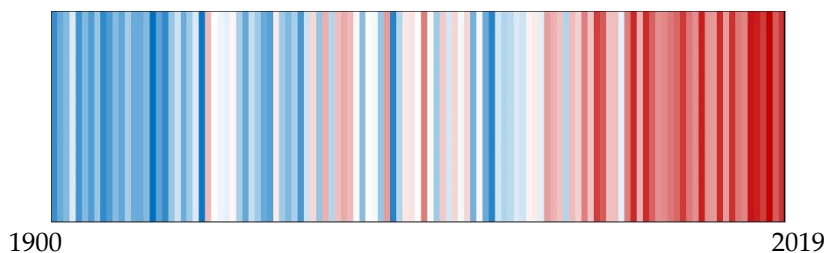


Figura 9. Variación de temperatura media en Ávila. Elaborado a partir de los datos CRU TS versión 4.04, representados según el diseño Warming Stripes de Ed Hawkins (Universidad de Reading) reciente publicados en Nature’s Scientific Data (<https://doi.org/10.1038/s41597-020-0453-3>). El color blanco se corresponde a la temperatura media del periodo, los azules y los rojos son valores por debajo y por encima, más intensos cuánto más se separan de la media.

Una vez identificados los principales repositorios de datos, se han descargado los correspondientes a la zona de estudio y, a partir de ellos, se han elaborado una serie de gráficos respecto a las proyecciones en diferentes escenarios, mostrados en las figuras 10 a 12.

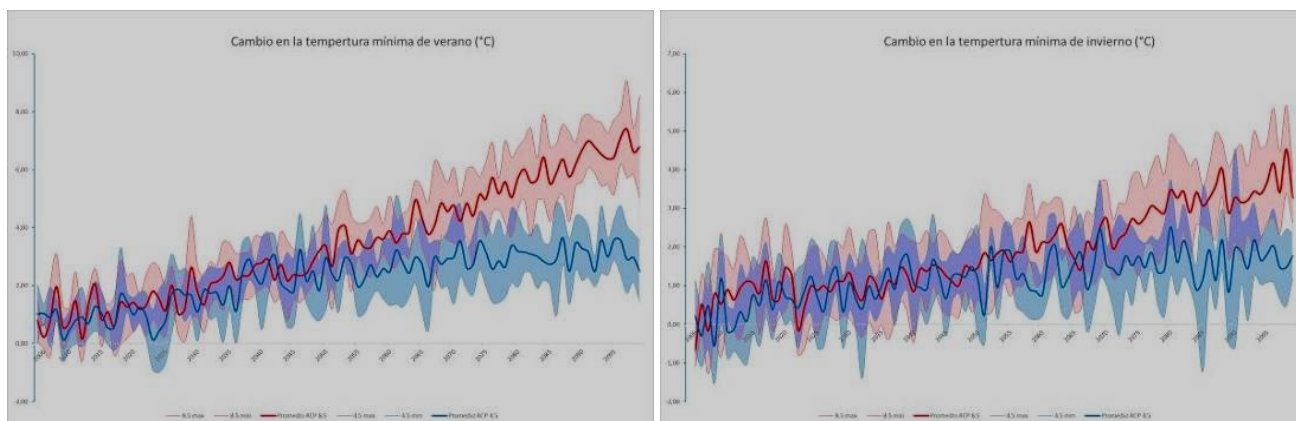


Figura 10. Variación histórica de parámetros climáticos (temperatura mínima en verano / invierno) en la provincia de Ávila. Gráficas suavizadas obtenidas a partir de las salidas regionalizadas para los escenarios RCP8.5 y RCP4.5 de diversos modelos. La línea principal representa el valor promedio de todos los modelos y el sombreado se corresponde con la desviación estándar.

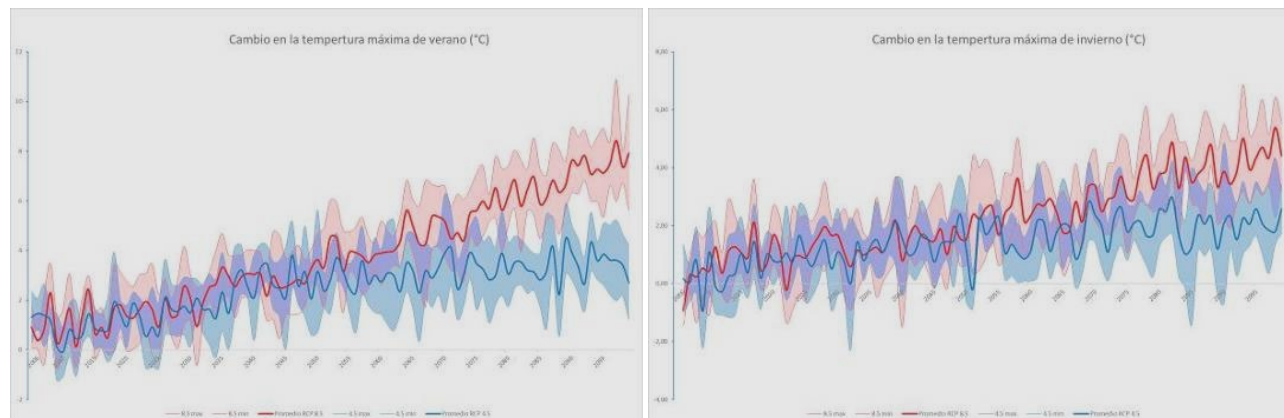


Figura 11. Variación histórica de parámetros climáticos (temperatura máxima en verano / invierno) en la provincia de Ávila. Gráficas suavizadas obtenidas a partir de las salidas regionalizadas para los escenarios RCP8.5 y RCP4.5 de diversos modelos. La línea principal representa el valor promedio de todos los modelos y el sombreado se corresponde con la desviación estándar

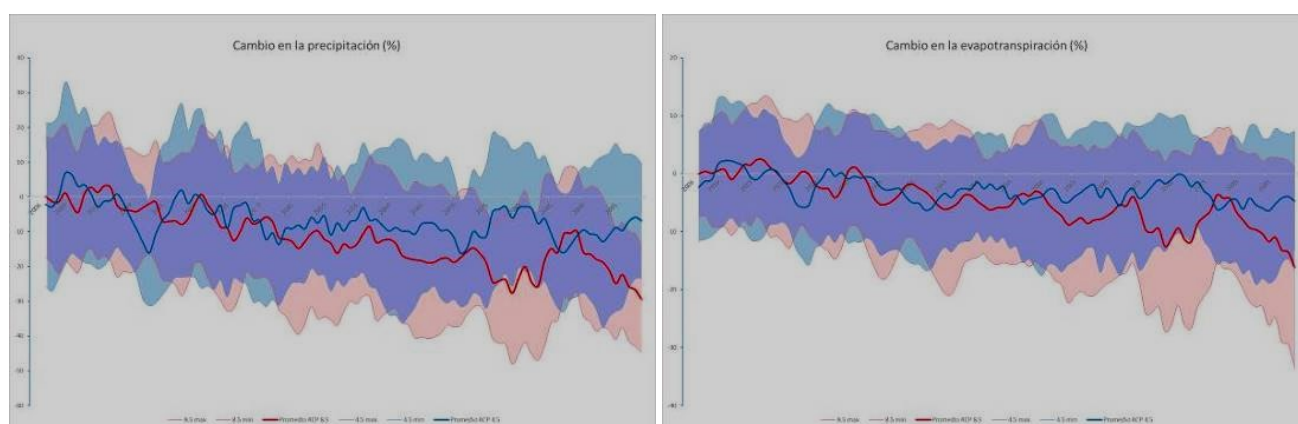


Figura 12. Variación histórica de parámetros climáticos (precipitación, evapotranspiración) en la provincia de Ávila. Gráficas suavizadas obtenidas a partir de las salidas regionalizadas para los escenarios RCP8.5 y RCP4.5 de diversos modelos. La línea principal representa el valor promedio de todos los modelos y el sombreado se corresponde con la desviación estándar.

A partir de estos resultados, que dan una visión general de los posibles escenarios de evolución, se ha realizado un análisis preliminar para elaborar un informe de carácter divulgativo a partir de los datos obtenidos. Dicho informe ha sido incluido en la página web del proyecto.

Del análisis preliminar, puede extraerse:

- **Tendencia progresiva al incremento de las temperaturas medias** (entre 0,6-1°C/década).
- **Aumentos de temperatura media** significativamente **mayores en los meses de verano** que en los de invierno. El calentamiento en verano será superior en las zonas del interior que en las costeras o en las islas.
- Tendencia generalizada a una **menor precipitación acumulada anual**, particularmente en zonas no montañosas.
- **Mayor amplitud y frecuencia de anomalías térmicas mensuales**, con mayor frecuencia de días con temperaturas máximas extremas, particularmente en verano, y hacia finales del siglo XXI, una reducción de precipitación en los meses de primavera. Por el contrario, es altamente probable un aumento de precipitación en el oeste de la Península en invierno y en el noreste en otoño.

Técnicas empleadas

- Búsqueda de fuentes de información

Se ha realizado una búsqueda de repositorios que contengan datos fiables y contrastables, tanto de datos históricos como de proyecciones futuras, obtenidos a partir de los principales modelos de predicción climática, entre los que están los utilizados por el IPCC para la elaboración de sus informes.

Fuentes consultadas (seleccionadas):

- EURO-CORDEX (<https://www.euro-cordex.net/>)

Es la rama europea de la iniciativa internacional CORDEX, un programa patrocinado por el Programa Mundial de Investigación Climática (World Climate Research Program, WRC) para organizar un marco coordinado internacionalmente para producir proyecciones regionales mejoradas de cambio climático para todas las regiones terrestres del mundo.

Los resultados de CORDEX sirven como para elaborar los estudios de impacto y adaptación al cambio climático dentro de la línea de tiempo del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC).

- Adaptecca (<https://www.adaptecca.es/>)

Es un instrumento de intercambio de información y comunicación entre todos los expertos, organizaciones, instituciones y agentes activos en este Campo del Cambio Climático en España.

- CLIVAR-España, (<http://clivar.es>)

Se trata de una red de científicos cuyo objetivo es promover y coordinar la contribución española al programa CLIVAR (Climate Variability and Predictability).

Otras fuentes:

- Servicios climáticos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos>
- Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea, Copernicus (<https://www.copernicus.eu/es>)
- Servicio de Información medioambiental de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica Norteamericana, (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) <https://www.ncei.noaa.gov/>
- Diversas páginas web de grupos y proyectos de investigación climática, como la de la Universidad de East Anglia (<http://www.cru.uea.ac.uk/>), el KLMNI (<https://climexp.knmi.nl>) o el grupo de meteorología de Santander (<http://www.meteo.unican.es/en/main>).

- Elaboración de gráficos con las proyecciones en los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5

Con el fin de conocer las predicciones para la zona de Ávila, se han descargado del repositorio de AEMET los datos mensuales obtenidos mediante los siguientes modelos de predicción, para dos escenarios distintos de emisiones, el RCP 4.5 y el RCP 8.5:

CNRM-CERFACS-CNRM-CM5_CLMcom-CCLM4-8-17_RCP85

CNRM-CERFACS-CNRM-CM5_SMHI-RCA4_RCP85

IPSL-IPSL-CM5A-MR_SMHI-RCA4_RCP85

MOHC-HadGEM2-ES_KNMI-RACMO22E_RCP85

MPI-M-MPI-ESM-LR_CLMcom-CCLM4-8-17_RCP85

CNRM-CERFACS-CNRM-CM5_CLMcom-CCLM4-8-17_RCP45

CNRM-CERFACS-CNRM-CM5_SMHI-RCA4_RCP45

IPSL-IPSL-CM5A-MR_SMHI-RCA4_RCP45

MOHC-HadGEM2-ES_KNMI-RACMO22E_RCP45

MPI-M-MPI-ESM-LR_CLMcom-CCLM4-8-17_RCP45

MPI-M-MPI-ESM-LR_SMHI-RCA4_RCP45

ICHEC-EC-EARTH_KNMI-RACMO22E_RCP85

MOHC-HadGEM2-ES_CLMcom-CCLM4-8-17_RCP85

MOHC-HadGEM2-ES_SMHI-RCA4_RCP85

MPI-M-MPI-ESM-LR_MPI-CSC-REMO2009_RCP85

MPI-M-MPI-ESM-LR_SMHI-RCA4_RCP85

ICHEC-EC-EARTH_KNMI-RACMO22E_RCP45

MOHC-HadGEM2-ES_CLMcom-CCLM4-8-17_RCP45

MOHC-HadGEM2-ES_SMHI-RCA4_RCP45

MPI-M-MPI-ESM-LR_MPI-CSC-REMO2009_RCP45

Las variables elegidas para su análisis han sido: evapotranspiración anual, precipitación anual, temperaturas máximas y mínimas de invierno y de verano.

A partir de los datos descargados, se ha calculado el promedio y la desviación estándar de cada año de todos los modelos, para cada uno de los escenarios considerados, elaborando las gráficas utilizadas en el resumen, en las que se ha representado el valor medio para cada año con una línea continua y una zona sombreada correspondiente con la desviación estándar de todos los modelos.

5.2. Ciclo Hidrológico

No cabe duda de que uno de los sectores más sensibles y que con mayor probabilidad se verá afectado negativamente por el cambio climático en cualquier región del Planeta, es el de los recursos hídricos. Se trata de un sector clave pues su interacción con la mayor parte de los sistemas naturales y antrópicos es constante y, en ocasiones, determinante para su funcionamiento. La presencia del agua en la mayoría de los ecosistemas es vital, ya sea por constituir una parte importante biotopo o por ser un constituyente más de los organismos que los componen. El agua de los sistemas hidrológicos está en la base, también, de multitud de servicios ecosistémicos que se pueden identificar en dichos ecosistemas. En el caso de los sistemas antrópicos, el agua es necesaria o imprescindible para una gran parte de las actividades humanas.

Dentro de los recursos hídricos, podemos tratar de aguas subterráneas y aguas superficiales. Dadas sus particularidades y diferentes metodologías de estudio, este apartado se ha dividido en estas dos partes: masas subterráneas y masas superficiales.

5.2.1. Masas de agua subterráneas

Descripción General

La provincia de Ávila está situada en dos grandes cuencas, la del Duero y la del Tajo, cuya gestión hídrica subterránea es llevada por dos organismos de cuenca diferentes. Este hecho hace que la gestión del agua se realice mediante criterios diferenciados y de forma independiente. La unidad de gestión oficial del agua subterránea es la Masa de Agua Subterránea (MASb). En el caso de la cuenca del Duero, se han definido 9 MASb por parte de la CHDuero que son las siguientes: Campo Charro (400058), Cantimpalos (400055), Gredos (400060), Los Arenales (400045), Medina del Campo (400047), Salamanca (400052), Sierra de Ávila (400061), Valdecorneja (400066) y Valle de Amblés (400064). Por otro lado, en la cuenca del río Tajo, la única MASb que está definida en la provincia de Ávila es la MASb Tietar (030.022), cuya extensión perteneciente a la provincia de Ávila es de tan solo un 7% (155 km²) del total de la MASb (en verde al sur de la provincia, Figura 13). Existen diferentes tipos de redes oficiales de seguimiento de las aguas subterráneas en la provincia de Ávila. Por un lado, está la red piezométrica que se compone de 34 piezómetros para la parte de provincia situada en la cuenca del Duero (Figura 13). En la parte del Tajo no existe ningún piezómetro oficial en la actualidad. Por otro lado, la red de control de la calidad química del agua subterránea se compone de 26 puntos de control para la parte de la cuenca del Duero y de 15 puntos de control para la cuenca del Tajo (Figura 13). Finalmente, en la parte de la provincia de Ávila perteneciente a la cuenca del Tajo existen identificados y caracterizados 11 manantiales prepotables (Figura 13).

Análisis Piezométrico y Estado Cuantitativo

En el sector del agua subterránea el nivel piezométrico es el indicador más representativo del estado cuantitativo de los acuíferos y/o masas de agua subterránea. Además, el análisis de la evolución temporal de dicho indicador es esencial

para la caracterización del comportamiento de dichas MASb. Por ello, se ha realizado un análisis temporal y de tendencias de la piezometría existente en la red oficial de los organismos de cuenca involucrados. La red oficial de la CHDuero en la provincia de Ávila consta de 34 piezómetros (Figura 13), cuyas evoluciones piezométricas han sido analizadas de forma individual. Es de destacar la variabilidad de comportamientos de la evolución piezométrica de dichos piezómetros (Tabla 3).

Tabla 3. Evolución temporal del nivel piezométrico de 5 piezómetros en la provincia de Ávila

MASb	MASb ID	Piezómetro	Evolución anual 2009-2020	Evolución anual 2019- 2020
Medina del Campo	400047	PZ0247037-AV. HORCAJO DE LAS TORRES	-1 m/año	-4 m/año
Medina del Campo	400047	PZ0247039-AV. MADRIGAL DE LAS ALTAS TORRES	-1 m/año	-3 m/año
Medina del Campo	400047	PZ0247038-AV. HORCAJO DE LAS TORRES	-1 m/año	-2 m/año
Medina del Campo	400047	PZ0247049-AV. NAVA DE AREVALO	2 m/año	--
Medina del Campo	400047	PZ0247054 - AV. FONTIVEROS	1 m/año	2 m/año

Los datos de los piezómetros concuerdan con el estado cuantitativo de la MASb Medina del Campo (400047), cuyo Índice de Explotación (IE) es de 1,634 en el año 2019, y representa el mayor valor de todas las MASb de la provincia de Ávila. Debe destacarse aquí que el IE es el indicador oficial de la CHDuero para evaluar el estado cuantitativo de las MASb y el umbral es de 0.8, a partir del cual se considera una MASb en mal estado cuantitativo. Este índice de explotación se calcula como el cociente entre el volumen anual autorizado de extracciones y el recurso natural disponible (Sistema de Información Mírame-IDEDuero).

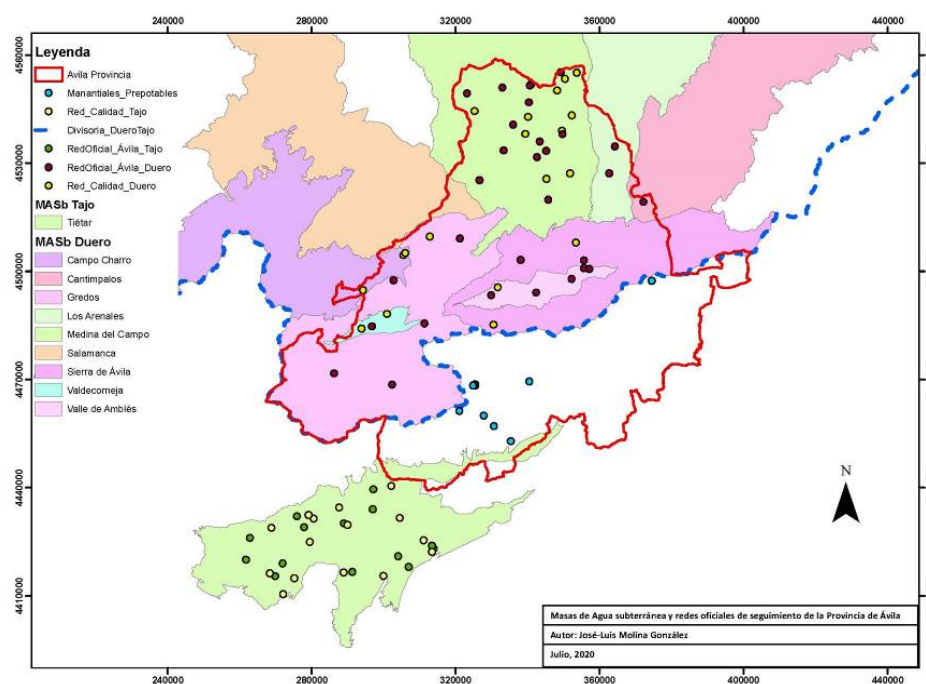


Figura 13. Masas de agua subterránea y localización de puntos de control de redes oficiales de seguimiento del estado del agua subterránea. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, es importante añadir que de las MASb incluidas en este informe, tienen un estado cuantitativo malo al superar el valor de 0.8 las MASb de Medina del Campo (400047) con un IE de 1.634, la MASb Salamanca, con un IE de 0.96 y la MASb Los Arenales con un IE de 0.92. Las 3 MASb tienen tanto el estado cuantitativo como el cualitativo negativo.

Cálculo de Balances Hídricos Perturbados por Efecto de Cambio Climático en la Recarga a Acuíferos

Se ha realizado una estimación cuantitativa de la recarga y de su modificación a las aguas subterráneas en estudio para diferentes escenarios de Cambio Climático, basado en la documentación oficial del estudio “Evaluación del Impacto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos y Sequías en España” (Ministerio de Fomento-MAPAMA, 2017). A nivel nacional, hay una tendencia decreciente en la REC anual estimada durante el periodo 2010-2100. Para este análisis se han establecido 3 escenarios (PI) a futuro para RCP 4.5 y RCP 8.5, aplicados a los sistemas montañosos del Sistema Central.

Según todas las proyecciones y en los dos RCP, el descenso en la recarga es más acusado en la pendiente media del RCP 8.5 (-0.28 %), que en la del RCP 4.5 (-0.14 %). A nivel intranual, lo más llamativo es la tendencia a concentrarse la recarga a acuíferos en España en los meses invernales y a una reducción al final del verano. Las pautas de cambio son similares en todos los PI.

A continuación, se ha calculado el impacto generado en la perturbación de balances hídricos de las MASb involucradas en el estudio debido a la modificación de la recarga descrita anteriormente. Para ello, se ha aplicado al valor de recarga oficial de cada MASb, descensos promedios de un 4%, 13% y un 15% respectivamente para los PI1, PI2 y PI3, en la tasa anual de recarga a acuíferos para el R.C.P 4.5 y descensos del 9%, 16% y 26% para los escenarios PI1, PI2 y PI3, en el R.C.P 8.5, según el Ministerio de Fomento-MAPAMA, 2017. Esta modificación en la recarga para cada MASb ha sido posteriormente incorporada al cálculo de los Índices de Explotación (IE) de cada MASb para cada uno de los escenarios de cambio climático (Figura 14, Tabla 5).

Tabla 4. Variación estimada del balance hídrico para los diferentes escenarios definidos por el IPCC.

Trayectorias de Concentración Representativas (RCP)	Escenario	Evolución de la recarga a acuíferos anual 2010 – 2100 (%)
RCP 8.5	R8A	-0.48
	PI1	-9
	PI2	-16
	PI3	-26
RCP 4.5	PI1	4
	PI2	13
	PI3	15

Tabla 5. Variación estimada del Índice de Explotación en los MASb de la provincia de Ávila en los diferentes escenarios definidos por el IPCC.

Trayectorias de Concentración Representativas (RCP)	Escenario	Evolución de la recarga a acuíferos anual 2010 – 2100 (%)
RCP 8.5	PI1	9.89
	PI2	19.05
	PI3	35.14
RCP 4.5	PI1	4.17
	PI2	14.94
	PI3	17.65

Con los resultados de la Tabla 5, dos de las MASb involucradas en el estudio, DU400055 Cantimpalos y DU400061 Sierra de Ávila sobrepasarían para el escenario P3-R.C.P. 8.5, el umbral oficial del 0.8 impuesto por la CHDuero para declarar la MASb en mal estado.

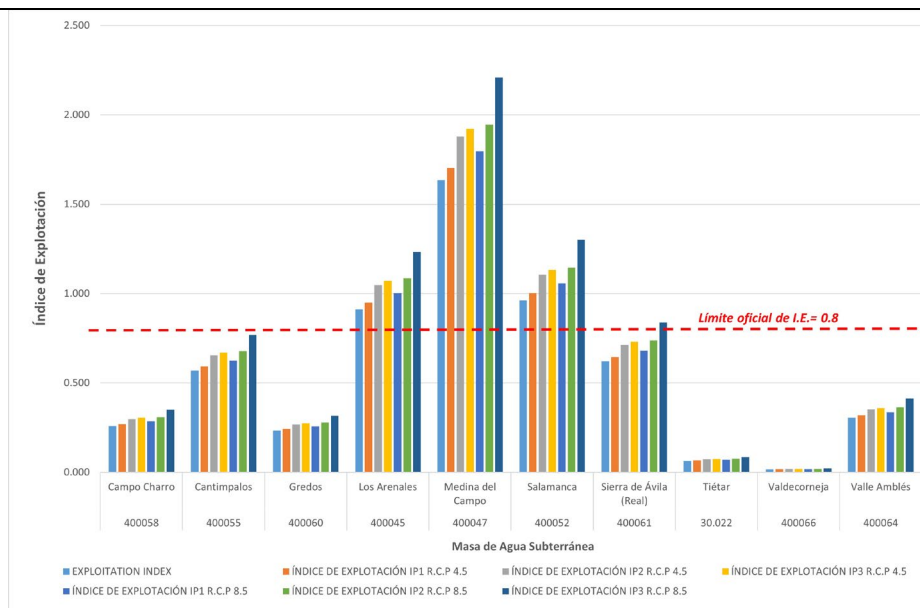


Figura 14. Variación del Índice de Explotación de MASb bajo diferentes escenarios de Cambio Climático Fuente: Elaboración propia, CHDuero, 2020 y Ministerio de Fomento-MAPAMA, 2017

Cambio Climático e Impacto sobre Recursos Hídricos Subterráneos procedentes de Innivación

En relación con los recursos hídricos subterráneos procedentes de la innivación en los principales sistemas montañosos de la zona de estudio en el siglo, se ha partido del estudio “Evaluación del Impacto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos y Sequías en España” (Ministerio de Fomento-MAPAMA, 2017). A nivel nacional, hay una tendencia decreciente en la REC (REcarga de los acuíferos) anual estimada (Ministerio de Fomento-MAPAMA, 2017). Para este análisis se ha seleccionado, en primer lugar, el parámetro “% cantidad de recurso hídrico procedente de la fusión de nieve con respecto al escenario actual”, y se han establecido 3 escenarios (Periodos de Impacto, PI) a futuro para RCP (Representative Concentration Pathway) 4.5 y RCP 8.5, correspondientes con el corto (2010-2040), medio (2040-2070) y largo plazo (2070-2100), aplicados a los sistemas montañosos del Sistema Central (Tabla 6).

Tabla 6. Variación estimada de la cantidad de recurso hídrico procedente de la innivación con respecto del escenario actual en los diferentes escenarios definidos por el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).

Trayectorias de Concentración Representativas (RCP)	Escenario	Evolución del recurso hídrico por innivación (%)
RCP 8.5	Corto plazo (2010-2040)	-48
	Medio plazo (2040-2070)	-79
	Largo plazo (2070-2100)	-96
RCP 4.5	Corto plazo (2010-2040)	-22
	Medio plazo (2040-2070)	-79
	Largo plazo (2070-2100)	-81

Al igual que pasa con la acumulación de nieve, también se acorta el periodo de fusión de nieve. Además, en general se aprecia un adelantamiento del proceso de fusión mayoritaria de nieve, siendo por ejemplo muy notorio en el Sistema Central, donde el pico de fusión se adelanta entre 1 y 2 meses según la proyección.

A continuación, se ha hecho una estimación del impacto que supondría en la recarga a los acuíferos esta disminución de la componente nival procedente de la fusión de nieve, mediante un nuevo cálculo con respecto a los balances hídricos actuales. Para ello, se ha basado este análisis en los datos aportados por el modelo ASTER en las tres “subcuencas nivales” que ocupan territorio en la provincia de Ávila, que son las siguientes: Tiétar en Rosarito (D.II.5/I), Alberche en el Burguillo (D.II.4/I), Tormes en Santa Teresa (D.I.1/I).

Según el análisis realizado para este trabajo, apoyado en los informes semanales nivales del proyecto ERHIN, la fracción nival de la escorrentía superficial se sitúa en el 53% para la cordillera central (Figura 15). Por tanto, la reducción de la fusión de nieve para ambos RCP 4.5 y 8.5 y para cada PI, provocaría una afección de la escorrentía superficial, proporcional a dicha fracción nival, y, por tanto, una reducción general de la escorrentía superficial. Por consiguiente, esto provocaría una reducción en la recarga a acuíferos procedente de escorrentía superficial. Evidentemente, cuanto mayor sea la fracción de recarga procedente de la escorrentía superficial, mayor será el impacto de la reducción nival en la recarga a la MASb correspondiente. Se ha realizado un análisis de dicha recarga procedente de la escorrentía superficial para cada MASb, con la información proporcionada por la CHDuero.

Se ha realizado un análisis pormenorizado de la recarga producida por la nieve y su variación con respecto al escenario presente para cada escenario de CC y cada MASb (Figura 16). Lógicamente, cuanto más dependiente sea la recarga de la MASb a la escorrentía superficial, mayor será el impacto asociado a la reducción de la nieve. Es por eso que hay MASb muy afectadas como las de Medida del Campo, Los Arenales y el Tiétar, mientras que el resto no serían demasiado afectadas porque la recarga producida por la escorrentía superficial es muy baja. En términos generales, se produce un descenso generalizado en la recarga para cada MASb (Tabla 7).

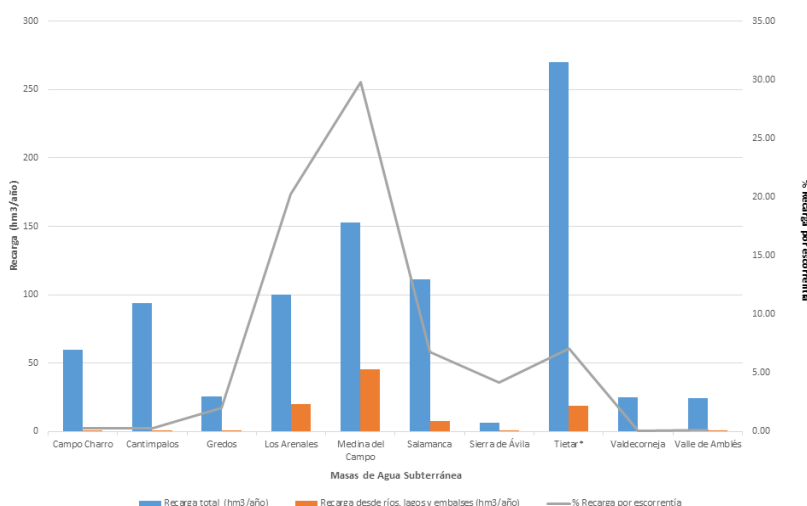


Figura 15. Análisis de la recarga procedente de la escorrentía superficial para cada MASb. Fuente: elaboración propia y CHDuero.

Tabla 7. Variación estimada de la cantidad de recurso hídrico procedente de la innovación en las MASb de la provincia de Ávila con respecto del escenario actual en los diferentes escenarios definidos por el IPCC.

Trayectorias de Concentración Representativas (RCP)	Escenario	Evolución del recurso hídrico por innivación (%)
RCP 8.5	Corto plazo (2010-2040)	-72.69
	Medio plazo (2040-2070)	-88.97
	Largo plazo (2070-2100)	-97.90
RCP 4.5	Corto plazo (2010-2040)	-59.03
	Medio plazo (2040-2070)	-88.97
	Largo plazo (2070-2100)	-90.02

Los valores de la tabla 7 están en estrecha consonancia con la reducción estimada de acumulación y fusión de nieve para los distintos escenarios del IPCC. En términos globales, los escenarios de cambio climático analizados prevén una eliminación prácticamente total de la existencia nival en la cordillera central a largo plazo.

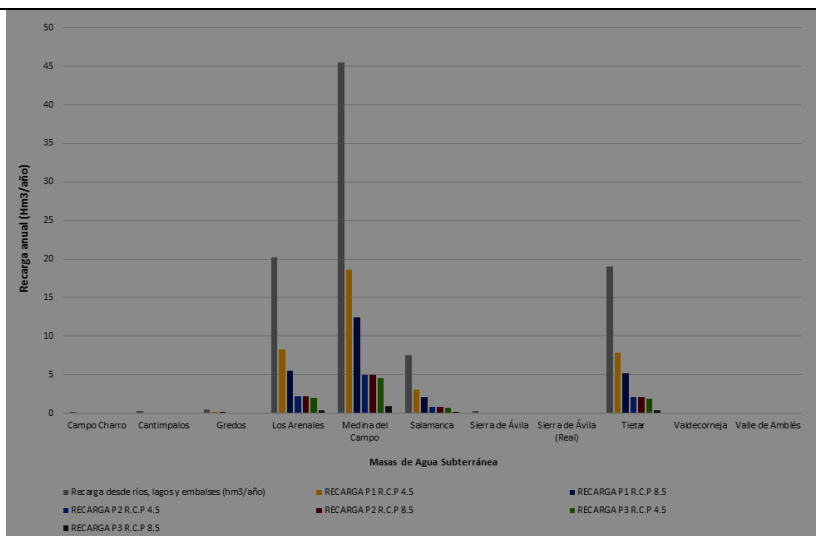


Figura 16. Cálculo de la recarga a acuíferos procedente de recursos nivales para diferentes escenarios de IPCC. Fuente: elaboración propia, CHDuero, 2020 y Ministerio de Fomento-MAPAMA, 2017.

Calidad Ecológica de las MASb y Evaluación de los Efectos del Cambio Climático en su Estado Ecológico

Con respecto a la cuenca del Duero, se ha hecho un análisis del estado actual y evolución temporal del estado químico para las distintas MASb involucradas en el estudio.

Tabla 8. Estado químico en las MASb de la provincia de Ávila

MASb	MASb ID	Año	Estado químico	Parámetro destacado
Campo Charro	400058	2008 - 2019	Bueno	
Cantimpalos	400055	2008, 2009	Malo	Amonio Total (NH ₄ /l)
		2012	Malo	Nitratos (mg/l)
		2013	Malo	Nitratos (mg/l) + Amonio Total (NH ₄ /l)
		2019	Malo	
Gredos	400060	2008 - 2019	Bueno	
Los Arenales	400045	2008 - 2010	Malo	Nitratos ((mg/l)
		2012 - 2019	Malo	Nitratos ((mg/l)
Medina del Campo	400047	2008 - 2010	Malo	Amonio Total (NH ₄ /l)
		2012 - 2019	Malo	Nitratos ((mg/l)
Salamanca	400052	2009, 2012 - 2019	Malo	Nitratos ((mg/l)
Sierra de Ávila	400061	2008 - 2019	Bueno	
Valdecorneja	400066	2008 - 2019	Bueno	
Valle de Amblés	400064	2008 - 2019	Bueno	
Tietar	030.022	2008 - 2019	Bueno	

Esta modificación química está íntimamente relacionada con los problemas de cantidad. El hecho de que se produzca una estimación de reducción de la recarga hace que sea muy probable la situación de abatimiento progresivo del nivel piezométrico de dichas MASb y eso redunde en una mayor probabilidad de problemas de calidad tales como salinización, y de problemas ecológicos, al desconectarse dichos sistemas acuíferos de los ecosistemas y sistemas hídricos dependientes. Es muy importante la realización de estudios de detalle de la relación río-acuífero, así como de estudios sobre afección del bombeo en la hidrodinámica de los acuíferos, especialmente, en este contexto de reducción de las aportaciones subterráneas. En este sentido, el río Adaja, cuyo comportamiento es de río ganador en régimen natural, puede verse afectado por un abatimiento del nivel piezométrico en el acuífero asociado denominado oficialmente MASb Valle de Amblés (400064).

5.2.2. Masas de agua superficiales

No cabe duda de que uno de los sectores más sensibles y que con mayor probabilidad se verá afectado negativamente por el cambio climático en cualquier región del Planeta, es el de los recursos hídricos. Se trata de un sector clave pues su interacción con la mayor parte de los sistemas naturales y antrópicos es constante y, en ocasiones, determinante para su funcionamiento. La presencia del agua en la mayoría de los ecosistemas es vital, ya sea por constituir una parte importante biotopo o por ser un constituyente más de los organismos que los componen. El agua de los sistemas hidrológicos está en la base, también, de multitud de servicios ecosistémicos que se pueden identificar en dichos ecosistemas. En el caso de los sistemas antrópicos, el agua es necesaria o imprescindible para una gran parte de las actividades humanas.

Dentro de los recursos hídricos, los superficiales tienen el principal protagonismo, por su mayor presencia en el territorio y por el uso prioritario que se hace de ellos. En España, más del 80% del uso de agua corresponde a los recursos superficiales. Por todo ello, y de cara la definición de la Estrategia de Cambio Climático de la Provincia de Ávila es muy importante analizar su situación actual y, sobre todo, su evolución reciente, de cara a definir un planteamiento realista en relación con la adaptación al cambio climático y la definición de las estrategias más adecuadas. Sectores tan sensibles como el abastecimiento urbano o la agricultura, o como el forestal, con el que interactúa en las áreas de cabecera de los ríos, requieren de un análisis riguroso de dichos recursos. En el último borrador del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030 se identifican como cambios proyectados que tendrán incidencia en el funcionamiento de los sistemas hidrológicos y, por tanto, en los recursos hídricos superficiales, los siguientes: una disminución moderada de las precipitaciones; el aumento de la evapotranspiración potencial; una disminución de los caudales medios de los ríos en la mayoría de las cuencas; el incremento de las sequías, siendo cada vez más largas y frecuentes; y un aumento de episodios de lluvias torrenciales e inundaciones en algunas zonas. Por todo ello, se prevé una disminución de los recursos hídricos, ya que los cambios en el ciclo natural del agua afectarán a la cantidad y calidad de los recursos hídricos disponibles, con implicaciones para la agricultura y la ganadería, el abastecimiento urbano, la producción hidroeléctrica y los ecosistemas.

Para conocer la situación actual y la evolución reciente de los recursos hídricos superficiales de la provincia de Ávila se ha hecho un análisis de los caudales circulantes por los principales ríos que discurren por este territorio, así como del volumen almacenado en los principales sistemas reguladores, pues suponen la herramienta fundamental en el ámbito de la gestión del agua. Con ese objetivo, se han utilizado elementos de referencia pertenecientes tanto a la vertiente norte como a la sur del Sistema Central y, por tanto, a las cuencas del Duero y del Tago, con el fin de identificar si existe un comportamiento diferencial en cada caso. Para ello, se han analizado los ríos Tormes, Adaja y Alberche, y los embalses del Castro de las Cogotas (río Adaja) y de El Burguillo (río Alberche), Tabla 9.

Tabla 9. Recursos hídricos superficiales y series analizadas.

	Sistema	Estación	Variable	Serie
Ríos	Tormes	Hoyos del Espino	caudal	1976-2015 (40 años)
	Adaja	Ávila	caudal	1976-2015 (40 años)
	Alberche	Navaluenga	caudal	1976-2015 (40 años)
Embalses	Castro de las Cogotas	Castro de las Cogotas	volumen almacenado	1996-2016 (21 años)
	El Burguillo	El Burguillo	volumen almacenado	1977-2016 (40 años)

El análisis se ha basado en la determinación del régimen hidrológico, indicador del comportamiento medio de cada sistema hidrológico. Se han identificado los periodos críticos y se estudiado si ha habido algún cambio reseñable en dicho régimen a lo largo de las últimas cuatro décadas. Para el análisis de las tendencias se ha utilizado la metodología de Mann-Kendall (McCuen, 2003⁷), tanto a escala anual como estacional y mensual, con el objeto de identificar aquellos periodos en los que se pudiera observar una tendencia estadísticamente significativa, tanto en el caudal de los ríos como en el volumen de agua embalsada. Como quiera que la mayoría de los análisis de tendencias climáticas realizados hasta ahora parecen coincidir en que no ha habido un signo claro en la evolución de la cantidad precipitación en España en las últimas décadas, pero sí se viene detectando un incremento de la concentración (de Luis et al. 2011⁸) y, por tanto, de la intensidad, se ha hecho también un análisis de la evolución de la torrencialidad de los ríos estudiados. Este aspecto, además de servir de identificador del riesgo hidrológico, supone una aproximación para analizar la disponibilidad del recurso. Este atributo hidrológico se ha podido analizar, también, porque en los tres casos se trata de cuencas que funcionan en régimen natural.

Aguas arriba de las estaciones de aforo cuyas series de datos se han analizado, no existe ninguna actividad o infraestructura (extracción, derivación, regulación, almacenamiento, ...) que pudiera modificar el funcionamiento natural de los ríos. Para dicho análisis, se calculó el índice de Richards-Baker (IRB), también denominado *flashiness index* (Baker et al. 2004⁹), en los tres ríos, a escala anual, estacional y mensual. De igual modo, se estudió la evolución de este índice mediante un análisis de tendencias con la metodología de Mann-Kendall.

Características de los sistemas hidrológicos analizados

Las cuencas estudiadas se corresponden en todos los casos con los sectores de cabecera de los tres ríos principales que surcan la provincia de Ávila. Se trata, por tanto, y como ocurre en todos los sistemas fluviales, de los sectores encargados de generar la mayor parte de la escorrentía que circula por dichos ríos. Por dicha razón, son tramos que tienen una consideración estratégica desde el punto de vista del análisis de los recursos hídricos. Esa característica se ve mucho más claramente en el caso del Tormes y el Alberche, con un caudal específico elevado (Tabla 10), tratándose de un contexto bioclimático mediterráneo, que en el Adaja, cuya capacidad de generación de escorrentía es mucho más reducida. Esto tiene que ver, sobre todo, con la posición de esta cuenca en la vertiente norte del Sistema Central, más concretamente de la Sierra de Gredos, a sotavento de la llegada de las masas de aire húmedo que tan generosamente descargan en la vertiente sur y el sector axial de dichas montañas.

Esa menor capacidad del río Adaja para generar caudales se refleja también en el funcionamiento del principal embalse que lo regula, el del Castro de las Cogotas (Tabla 11), en el que apenas si se ha superado en promedio el 50% de su capacidad de embalse durante el periodo analizado. Por el contrario, en el embalse de El Burguillo, principal sistema regulador del río Alberche, ese valor es casi del 61%.

Tabla 10. Características de los ríos analizados

Río	Estación de aforos	Altitud (m)	Superficie (Km²)	Caudal medio (m³/s)	Caudal específico (l/s/Km²)	Aportación media (Hm³)
Tormes	Hoyos del Espino	1377	88	1.55	17.6	49.0
Adaja	Ávila	1066	770	2.94	3.8	92.8
Alberche	Navaluenga	753	698	7.49	10.7	236.3

⁷ McCuen, R.H., (2003). Modeling Hydrologic Change: Statistical Methods. Boca Raton, FL: Lewis Publishers.

⁸ de Luis, M., González-Hidalgo, J.C., Brunetti, M., Longares, L.A., (2011). Precipitation concentration changes in Spain 1946–2005. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 11. 1259-1265.

⁹ Baker, D.B, Richards, R.P. Loftus, T.L., Kramer, J.W., (2004). A new flashiness index: characteristics and applications to Midwestern rivers and streams. Journal of the American Water Resources Association. 40. 503-522.

Tabla 11. Características de los embalses analizados

Río	Embalse	Superficie de la cuenca (Km²)	Capacidad máxima (Hm³)	Volumen medio embalsado (Hm³)	Porcentaje medio embalsado (%)
Adaja	Castro de las Cogotas	837	58.6	29.6	50.5
Alberche	El Burguillo	1049	201.0	122.4	60.9

El régimen de los ríos analizados es típicamente fluvial mediterráneo (Fig. 17), con algún matiz nival en el caso del Tormes y el Alberche. Por tanto, se trata de cursos con un estiaje estival muy acusado, que va de junio a septiembre-octubre, según el caso, y en los que la época de aguas altas coincide, por consiguiente, con las de mayor precipitación, de noviembre a abril-mayo. Esta dicotomía tan acusada entre estación húmeda y seca tiene una enorme relevancia en relación con la gestión y disponibilidad de recursos hídricos en esta zona. Dicho contraste se debe, obviamente, a la ubicación de las cuencas bajo condiciones bio-climáticas típicamente mediterráneas, pero también, a las características del sustrato geológico, con un predominio de rocas muy poco permeables, que hacen que su capacidad de regulación hidrológica natural sea escasa. El resultado de todo ello es que los ríos llevan más agua o menos, casi exclusivamente, en función de la cantidad de precipitación que se produzca en cada momento. Hasta el punto de que sus cauces pueden dejar de llevar agua por completo, una vez transcurrido un prolongado periodo sin precipitación, algo que ocurre casi todos los veranos.

Esto se observa con mucha mayor claridad en el caso del Adaja, en el que el caudal de los meses de invierno-primavera es, por término medio, hasta tres o cuatro veces el valor promedio (Fig. 17) y, sin embargo, en el verano es prácticamente cero. El estiaje estival quizá sea el atributo más relevante por su solape temporal con el momento en el que, esa escasa disponibilidad del recurso coincide con la época en la que las demandas de agua, especialmente para agricultura y abastecimiento urbano, son mayores.

En las últimas cuatro décadas no se ha observado ningún cambio reseñable en el régimen fluvial de los ríos analizados (Fig. 17). Ha habido oscilaciones en cuanto al momento de máximos caudales en invierno y primavera, que ha variado según la década. Eso se ha podido deber a condiciones particulares respecto al mayor peso de la innivación y la posterior fusión, y su influencia en la generación de escorrentía. Es probable que, teniendo en cuenta la evolución claramente ascendente de la temperatura en todo ese tiempo, dicho factor cada vez tenga menos protagonismo. No obstante, es arriesgado afirmarlo rotundamente ya que no se dispone de datos de acumulación nival en el sector montañoso analizado. Sin embargo, tampoco se puede constatar que haya habido una tendencia clara en relación con un cambio de régimen en la época de aguas altas. En el caso de la fase de estiaje, la homogeneidad en el funcionamiento a lo largo de las décadas es absoluta. El patrón durante la época estival se ha venido repitiendo con enorme regularidad.

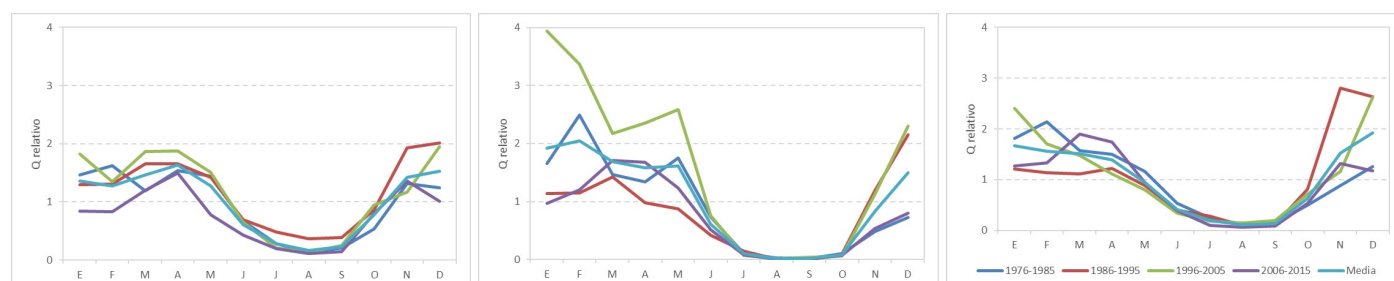


Figura 17. Caudales relativos de la serie y decadales de los ríos Tormes (izquierda), Adaja (medio) y Alberche (derecha).

Resultados del análisis de tendencias

El análisis de tendencias del caudal medio anual no ha arrojado ningún dato concluyente, ya que en ninguno de los tres ríos se ha obtenido un resultado estadísticamente significativo (Fig. 18). No obstante, se observa en todos los casos un valor negativo, es decir, una ligera tendencia de ese signo, apuntando los tres en la misma dirección. Estos resultados, y atendiendo al principio de precaución, serían suficiente argumento para adoptar una actitud prudente y preventiva de cara a la evolución del caudal en el futuro.

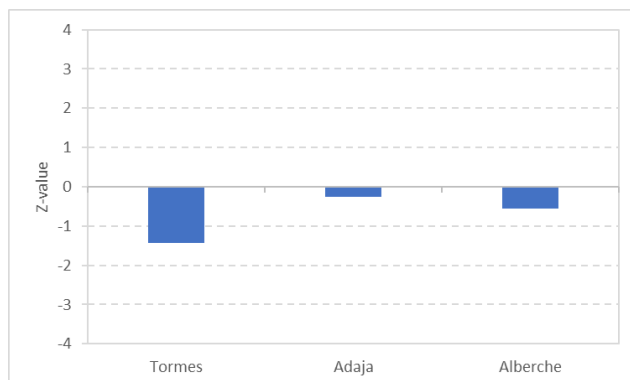


Figura 18. Tendencias del caudal medio anual de los ríos Tormes, Adaja y Alberche. Ningún caso ha alcanzado un valor de Z (Mann-Kendall) estadísticamente significativo.

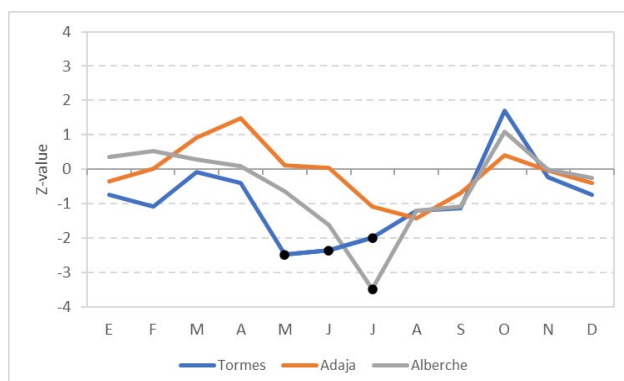


Figura 19. Tendencias del caudal mensual de los ríos Tormes, Adaja y Alberche. Los casos con un valor de Z (Mann-Kendall) estadísticamente significativo se identifican con un punto negro.

En cuanto al análisis a escala mensual (Fig. 19), los resultados no muestran un patrón claro, aunque sí se han obtenido valores muy destacados en algunos meses en el caso de los ríos Tormes y Alberche. Mayo y junio, en el primero, y julio en ambos, muestran una tendencia negativa muy clara. Además, tanto en esos dos ríos como en el Adaja, los valores de verano son siempre negativos. El hecho de que en los ríos se observe una tendencia regresiva en los meses de finales primavera y verano es un síntoma preocupante y, a la vez, la evidencia de un cambio sensible en la generación de escorrentía. Detrás de esto puede estar presente un cambio en el componente nival y su influencia en las aportaciones al río, aunque, como ya se ha mencionado, es difícil de corroborar por ausencia de datos. En cualquier caso, se trata de un periodo muy relevante, pues es aquél en el que se genera la escorrentía previa al verano, la estación en la que es mayor la demanda de agua. En el caso del río Tormes se han obtenido valores negativos en once meses del año, seis en el Alberche y cuatro en el Adaja (Fig. 19).

Este comportamiento a escala mensual se ha visto ratificado cuando se ha utilizado la escala estacional (Fig.20). Tanto el Tormes como el Alberche muestran valores muy similares y estadísticamente significativos, evidenciando una clara tendencia regresiva en los caudales de ambos ríos en el verano. Esto es consecuencia de ese cambio observado al final

de primavera, en donde parece que dichos ríos están viendo mermada su capacidad de generar escorrentía, bien sea por una pérdida de peso del factor nival o por una disminución de la precipitación, todo unido al aumento de la temperatura y, con ello, de la evapotranspiración. Todo ese conjunto de factores confluye en un incremento del déficit hídrico. En las últimas décadas se ha observado, en general en España, una progresiva anticipación térmica del verano, de tal forma que las semanas finales de la primavera cada vez son más cálidas. En un estudio reciente sobre la tendencia de la temperatura en este país (González-Hidalgo et al. 2016¹⁰), se ha observado que el incremento de temperatura estacional ha sido mucho más acusado en primavera y verano.

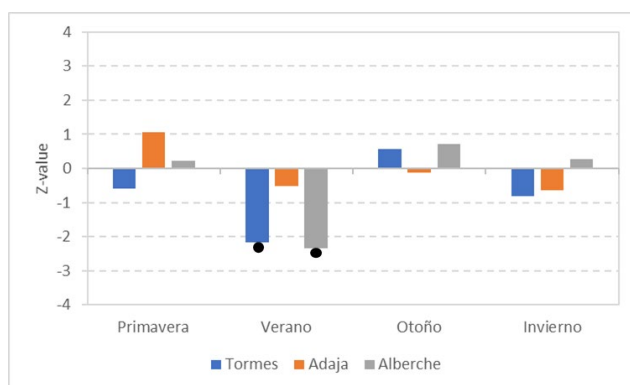


Figura 20. Tendencias del caudal estacional de los ríos Tormes, Adaja y Alberche. Los casos con un valor de Z (Mann-Kendall) estadísticamente significativo se identifican con un punto negro.

La escasa capacidad de regulación natural que tienen las cuencas analizadas, como consecuencia de las características del sustrato geológico y, especialmente, su baja permeabilidad, contribuye de manera negativa acentuando el carácter de las tendencias observadas. Por mucho que llueva en invierno, o en general en la estación húmeda, incluida la primavera, esa abundancia relativa de agua no tiene apenas incidencia en los caudales circulante durante los meses estivales. Habida cuenta que el verano es la estación con menor cantidad de precipitación y mayor evapotranspiración, características definitorias del clima mediterráneo.

Si esas tendencias observadas se intensifican en el futuro, como así parecen indicarlo los escenarios de cambio climático (IPCC, 2014¹¹), conviene tener muy en cuenta, desde el punto de vista de la gestión del agua, que ya hoy día se ha detectado un panorama preocupante en relación con el verano.

El análisis de tendencias de las reservas de agua almacenada en los embalses estudiados no muestra tampoco un patrón claro, aunque, en cierto modo, viene a reflejar lo apuntado en relación con los caudales de los ríos. Si bien es cierto que el comportamiento de estos sistemas de regulación obedece en gran medida a los criterios de gestión, no cabe duda de que en ese manejo también influye el comportamiento natural de los sistemas hidrológicos. Tanto a escala mensual (Fig. 21) como a escala estacional (Fig. 22), es difícil señalar una tendencia clara. En el caso del embalse del Castro de las Cogotas prácticamente todos los meses del año y, por tanto, todas las estaciones dan valores positivos, aunque ninguno significativo. Esto puede indicar una ligera tendencia a almacenar cada vez más agua, ante la constatación de una previsible merma en los caudales. Es decir, un incremento en la prudencia hidrológica por parte del gestor.

¹⁰ González-Hidalgo, J.C., Peña-Angulo, D., Brunetti, M., Cortesi, N. (2016). Recent trend in temperature evolution in Spanish mainland (1951–2010): from warming to hiatus. *Int. J. Climatol.* 36. 2405-2416.

¹¹ IPCC, (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

En el caso del embalse de El Burguillo es difícil, nuevamente, encontrar un patrón claro, pero sí se constata la presencia de valores negativos de junio a septiembre, lo cual es evidente también a escala estacional (Fig. 6). Esto puede estar relacionado tanto con la tendencia clara en la merma de caudales ya mencionada, como con un incremento en la demanda durante la época estival. En cualquier caso, los valores no son significativos desde el punto de vista estadístico y, por ello, es difícil sacar conclusiones taxativas. Únicamente se ha obtenido un valor significativo y positivo en noviembre en el embalse del río Alberche, lo cual probablemente obedezca a un comportamiento climático particular de ese mes, o sea una consecuencia ligada al manejo del embalse durante el periodo posterior al ciclo de estiaje. Sea como sea, no se trata de un dato muy relevante en relación con la existencia de una dinámica evolutiva clara del agua en estas cuencas.

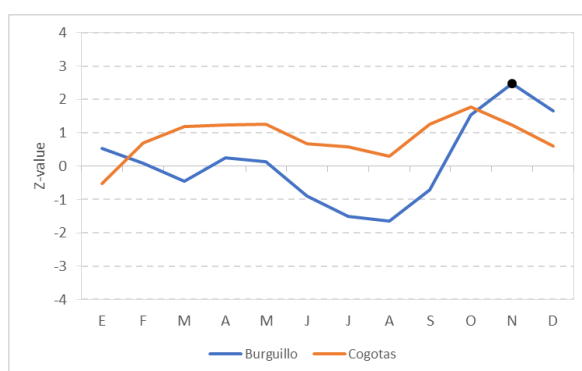


Figura 21. Tendencias de la reserva de agua mensual de los embalses de El Burguillo y del Castro de las Cogotas. Los casos con un valor de Z (Mann-Kendall) estadísticamente significativo se identifican con un punto negro.

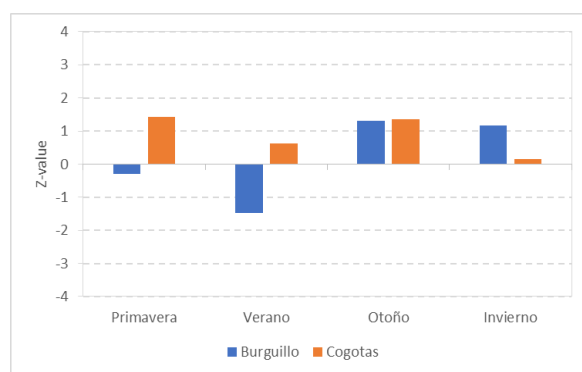


Figura 22. Tendencias de la reserva de agua estacional de los embalses de El Burguillo y del Castro de las Cogotas. Ningún caso ha alcanzado un valor de Z (Mann-Kendall) estadísticamente significativo.

La torrencialidad es un atributo que sirve para identificar el carácter más o menos impetuoso de un determinado río, y que aporta una información muy útil en relación con los riesgos hidrológicos inherentes a ese comportamiento, y sobre la disponibilidad y eventual aprovechamiento de los caudales circulantes. En el primer caso, contribuye a caracterizar la peligrosidad de un sistema fluvial. En el segundo caso, aporta información valiosa en relación con los recursos hídricos de una cuenca.

El análisis de tendencias a escala mensual de la torrencialidad (Fig. 23), expresada por el índice de Richards-Baker (IRB), muestra un patrón de comportamiento claro en los ríos Adaja y Alberche, y mucho más matizado en el caso del Tormes. En los meses de finales de primavera y principios del verano, en el Adaja, y en los de verano en el Alberche, hay una tendencia muy clara de reducción de la torrencialidad de estos ríos. Es decir, su comportamiento con el paso de los años está siendo cada vez más atemperado. Esto podría estar relacionado con una disminución de la intensidad de las precipitaciones en ese periodo y una mayor homogeneidad en los caudales. Por tanto, el volumen de agua que circula por los ríos es menor, como ya se ha visto y, además, oscila cada vez menos.

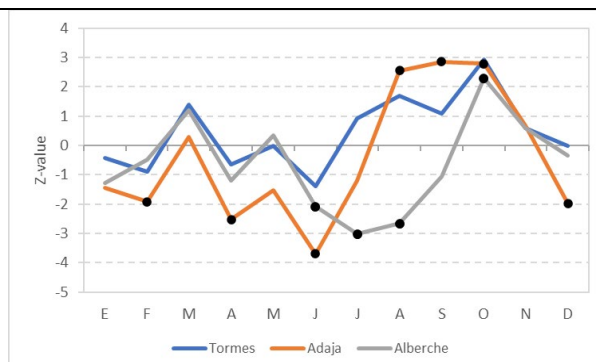


Figura 23. Tendencias de la torrencialidad (Índice Richards-Baker) del caudal mensual de los ríos Tormes, Adaja y Alberche. Los casos con un valor de Z (Mann-Kendall) estadísticamente significativo se identifican con un punto negro.

Sin embargo, en el Adaja a finales del verano y principios del otoño, y en el Tormes y Alberche en octubre, se observa todo lo contrario. Durante esos meses se ha detectado una clara tendencia positiva, lo que indica que se está produciendo un claro incremento de la torrencialidad en los últimos años.

A escala estacional (Fig. 24), el análisis viene a ratificar ese comportamiento, poniendo mucho más de relieve el incremento de la torrencialidad que se viene produciendo en otoño y que es común a los tres ríos analizados.

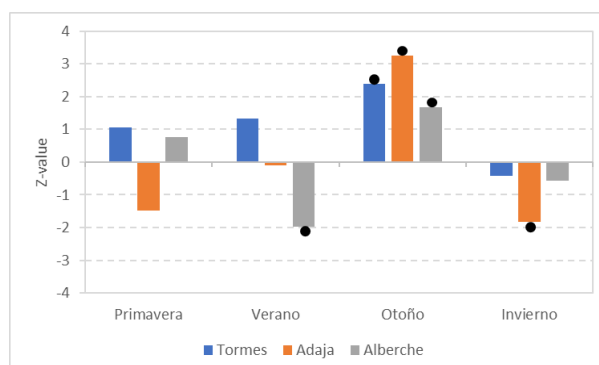


Figura 24. Tendencias de la torrencialidad (Índice Richards-Baker) del caudal estacional de los ríos Tormes, Adaja y Alberche. Los casos con un valor de Z (Mann-Kendall) estadísticamente significativo se identifican con un punto negro.

Los resultados que arroja el análisis de tendencias, particularmente a finales del verano y en el otoño, pueden estar relacionados con un incremento de la intensidad de la precipitación ligada a los fenómenos convectivos característicos de esa época del año y, probablemente, a un aumento en su frecuencia. En los últimos años se ha detectado en España un incremento paulatino de la concentración de la precipitación, especialmente en otoño (de Luis et al. 2011), y una de las áreas donde ese cambio se ha producido con más intensidad ha sido el entorno de la sierra de Gredos. Otro factor que también contribuye a la generación súbita de escorrentía es la desprotección del suelo por parte de la vegetación. Por un lado, el incremento de la temperatura y la evapotranspiración induce un mayor estrés hídrico para la vegetación y a su agostamiento durante mucho más tiempo. Por otro lado, la frecuencia y la intensidad de los incendios forestales, que mayoritariamente se producen en verano, hacen que, con la llegada de esas intensas precipitaciones de finales del verano y principios del otoño, el suelo se encuentre totalmente desprotegido y en condiciones de generar mucha más escorrentía y de manera mucho más súbita que cuando está cubierto de vegetación.

Consideraciones

A diferencia de lo que está ocurriendo con la temperatura, existe mucha incertidumbre en relación con la evolución de la precipitación en España (Andreo et al. 2006¹²; González-Hidalgo et al. 2010¹³). De hecho, parece cada vez más evidente que no existe una tendencia clara y significativa de la precipitación en las últimas décadas en nuestro país (Peña-Angulo et al. 2020¹⁴). Sin embargo, el aumento destacado y sostenido de la temperatura (IPCC, 2014; González-Hidalgo et al. 2016) está alterando el balance energético y, por ello, el balance de agua. En definitiva, aunque llueva la misma cantidad, el agua disponible está siendo cada vez menor porque se evapora cada vez más y, por tanto, el balance es más negativo. En el caso de la provincia de Ávila se está observando dicho patrón y eso obliga a estar vigilantes y a tenerlo muy en cuenta en relación con la planificación y la gestión del territorio que se hagan en los próximos años.

Como se ha visto en el análisis de tendencias, no existe un patrón claro en cuanto a la evolución de los caudales de los ríos, aunque los valores globales son ligeramente negativos. Este dato debe ser suficiente para estar en alerta teniendo en cuenta los escenarios que se anuncian en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y en los foros internacionales (IPCC, 2014). Donde los resultados se muestran mucho más evidentes es en el caso del verano. Todo parece apuntar a una reducción clara del agua circulante por los ríos, tanto a finales de la primavera como durante la época estival. Durante la época de aguas altas no se ha observado tendencia alguna y eso está en consonancia con la dependencia casi exclusiva que tiene el caudal de la precipitación y con el hecho de que no se observe ninguna tendencia tampoco en esta segunda variable. Es decir, hay escorrentía cuando llueve y como la lluvia apenas ha variado, los caudales tampoco. No quiere decir esto que en la estación húmeda no vaya a haber alteraciones en el futuro. El hecho de que el aumento de temperatura sea generalizado, y afecte a todas las estaciones, hace pensar que el balance de agua también podría variar en las épocas de mayor abundancia de agua. Otros indicadores ambientales también apuntan en la misma dirección. Un ejemplo de ello es la disminución paulatina de la acumulación de nieve en las montañas españolas desde mediados del siglo pasado (López-Moreno, 2005¹⁵), y que podría estar afectando, no en relación con el agua circulante en la estación de aguas altas, sino con la escorrentía generada a finales de la primavera y principios del verano.

El periodo crítico, por tanto, es la estación cálida, en la que, aunque la cantidad de lluvia no ha disminuido, el déficit hídrico cada vez es mayor debido al comportamiento de la temperatura. Esto supone un toque de atención serio, teniendo en cuenta que se trata de la época del año en que, de manera natural, hay menos recurso y en la que se produce la máxima demanda. Todo ello se agrava todavía más si se tiene en cuenta la escasa regulación natural que tienen las cuencas de los ríos que trascurren por la provincia de Ávila. En el análisis de los embalses de la provincia se han detectado estos síntomas, tanto en el sentido de una mayor prudencia regulatoria, en el caso del Adaja, como en el de una menor presencia de agua para almacenar en el verano, en el caso del Alberche. No obstante, todas las consideraciones que se hagan son secundarias si lo relevante es que cada vez circula menos agua por los ríos susceptible de ser almacenada para su uso.

¹² Andreo, B., Jiménez, P., Durán, J.J., Carrasco, F., Vadillo, I., Mangin, A., (2006). Climatic and hydrological variations during the last 117–166 years in the south of the Iberian Peninsula, from spectral and correlation analyses and continuous wavelet analyses. *Journal of Hydrology*. 324. 24-39.

¹³ González-Hidalgo, J.C., Brunetti, M., de Luis, M. (2010). Precipitation trends in Spanish hydrological divisions, 1946–2005. *Climate Research*. 43. 215-228.

¹⁴ Peña-Angulo, D., Vicente-Serrano, S.M., Domínguez-Castro, F., Murphy, C., Reig, F., Trambly, Y., Trigo, R.M., Luna, M.Y., Turco, M., Noguera, I., Aznárez-Balta, M., García-Herrera, R., Tomás-Burguera, M., El Kenawy, A. (2020). Long-term precipitation in Southwestern Europe reveals no clear trend attributable to anthropogenic forcing. *Environ. Res. Lett.* 15, 094070.

¹⁵ López-Moreno, J.I., (2005). Recent variations of snowpack depth in the Central Spanish Pyrenees. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 37. 253-260.

Los resultados obtenidos y las conclusiones extraídas ponen de manifiesto la necesidad de planificar y gestionar adecuadamente el territorio de la provincia de Ávila en el futuro en relación con los recursos hídricos, tanto en lo que se refiere al medio natural como a las actividades humanas. El primero ha de considerarse tanto desde las limitaciones que plantean las consecuencias del cambio climático, que en el caso del agua son muy relevantes, como desde las acciones que se pueden emprender para llevar a cabo una estrategia de mitigación y de adaptación, con el objeto de mejorar la disponibilidad y sostenibilidad de los recursos hídricos. En relación con la vertiente antrópica, el objetivo debe ser hacer una gestión de los recursos hídricos sostenible y eficiente, haciendo compatibles en todo momento la preservación del medio, las limitaciones ambientales y las necesidades de la sociedad.

5.3. Medio Natural

En primer lugar, cabe destacar que el medio natural presenta fuertes interacciones con el resto de los sectores, dado que los ecosistemas sufren impactos tanto por cambios en el Sector Climático, como en el Sector Hídrico.

Un resumen de estos impactos se muestra a continuación:

a. Movimientos altitudinales.

Con el incremento en la temperatura se espera una extensión de las especies hacia mayores altitudes, poniendo en serio peligro de extinción las comunidades que se encuentran en las zonas más altas de las montañas. Como ejemplo puede tomarse el cervuno de Gredos, que puede llegar a ser colonizado por matorrales y otras especies de herbáceas, poniendo en peligro su persistencia. Lo mismo ocurre con especies animales, especialmente insectos, ya que, al ser más sensibles a los cambios, buscan adaptarse lo más rápido posible, y lo más fácil es subir en altitud para tratar de mantenerse a la misma temperatura.

b. Cambios fisiológicos en especies

Los ciclos vitales de animales y plantas están asociados a la temperatura. Esto implica que el calentamiento va a producir cambios en los ciclos vitales, ya sea adelantando la floración en el caso de la vegetación, o con cambios en tamaño, coloración o un desarrollo larvario más rápido en insectos, pudiendo llegar a realizar varios ciclos en un mismo año.

c. Problemas con la sequía

La sequía es uno de los mayores problemas que va a producirse por el cambio climático. Debido a esta sequía van a desaparecer especies que no están lo suficientemente adaptadas a esta falta de agua. Incluso plantas que se suponían que estaban bien adaptadas a sufrir un importante estrés hídrico como la encina, se han visto gravemente afectadas en las zonas de Ávila o Piedrahíta, muriendo un gran número de ellas. Esto ocurrirá en mayor medida en las zonas más secas de la provincia, donde el estrés hídrico será extremo.

Asimismo, podrían desaparecer muchas poblaciones de *Pinus sylvestris*, *P. nigra*, y de otras especies forestales que se hallan en su límite climático.

d. Incremento de plagas y especies exóticas

Existen plagas como la procesionaria del pino que podrán expandirse en altitud y alcanzar poblaciones que nunca se habían visto afectadas por ella. Con el aumento de temperatura se prevé la llegada de nuevas especies, principalmente africanas, que se encuentren cómodas en las zonas más cálidas de la provincia, como ocurre con diversas especies de libélulas en el Valle del Tiétar.

CONECTIVIDAD MEDIO NATURAL – HIDROLOGÍA - CLIMATOLOGÍA

Con respecto de la conectividad de los hábitats riparios, utilizados en la provincia de Ávila como corredores ecológicos, las proyecciones climáticas regionalizadas muestran una considerable reducción de la precipitación anual y un importante aumento de la temperatura media anual. Estas proyecciones muestran que las zonas con menor vegetación arbórea (por ejemplo, la Moraña) se verán más afectadas por la disminución de la precipitación y el incremento de las temperaturas, mientras que en las zonas con vegetación y más hacia la alta montaña (Barco-Piedrahíta, Tiétar y Alberche), se verán un poco más amortiguadas, lo que no implica que no se verán afectadas.

La estimación de la red hidrológica para las distintas proyecciones climáticas apunta a una disminución de los caudales y, en consecuencia, a una reducción de los hábitats riparios.

La fragmentación de hábitats riparios se verá incrementada a lo largo del tiempo.

La conservación de los ecosistemas de ribera resulta fundamental para lograr una adecuada conectividad entre el resto de elementos del paisaje, ya que actúan como corredores biológicos clave para el movimiento y dispersión de especies, tanto a nivel local como provincial.

Existe una estrecha relación entre la reducción de la conectividad y la disminución de la red hidrográfica según los escenarios climáticos proyectados: el calentamiento global provoca una reducción en las precipitaciones y, por ende, en la acumulación de flujo de las redes hidrográficas, esto se traduce en un empobrecimiento de la conectividad de los hábitats riparios.

La fragmentación de hábitats es una importante motivación para tener en cuenta los corredores ecológicos en la gestión de espacios naturales.

ANÁLISIS DE IMPACTOS SEGÚN LOS TIPOS DE VEGETACIÓN

Las zonas y los ecosistemas terrestres españoles más vulnerables al cambio climático son los ecotonos, o zonas de contacto entre dos o más sistemas, y las islas en sentido amplio. No todas las especies de un ecosistema determinado son igual de vulnerables al cambio climático. A continuación, se describen de forma más detallada los impactos previsibles del cambio climático sobre la biodiversidad de las grandes formaciones vegetales españolas en función de su estructura. Los impactos sobre cultivos y bosques se derivan al análisis de los sectores correspondientes (agrícola y forestal, respectivamente).

Vegetación herbácea (prados y pastos)

Cabe esperar una reducción de los prados mesofíticos e higrófilos, incluidos los cervunales de montaña. Los prados de siega de montaña pueden verse desplazados por prados mejor adaptados al agostamiento, como los ballicares. Por el contrario, algunos tipos de pastos constituidos por gramíneas xerófilas duras cobrarán mayor importancia en las áreas mediterráneas más afectadas por la aridización, es el caso de los espartales de *Stipa tenacissima*, cerverales del género *Brachypodium* y berceales (*Stipa gigantea*). No obstante, ciertos pastos duros de zonas de sombra, como los cerrillares de *Festuca elegans* sufrirán reducciones de área potencial e incluso podrán desaparecer.

Vegetación arbustiva

Aunque la aridización promoverá la expansión de las estructuras arbustivas y de matorral, más simples y de menores exigencias hídricas que los bosques. La intensificación de ciertas perturbaciones, como los incendios, y el colapso de ciertos bosques afectados por la crisis de sequía, serán procesos favorecedores de la expansión de los matorrales, que en cualquier caso experimentarán notables reajustes en su composición florística y en su distribución. El incremento de la aridez favorecerá la extensión de las formaciones propias de climas semiáridos y áridos. Entre los matorrales silicícolas, los tipos más ombrófilos (piornales, escobonales, brezales y jarales) experimentarán reducciones de área en sus límites de distribución actuales. Las retracciones sufridas por estos matorrales silicícolas ombrófilos favorecerán a los jarales, que también se beneficiarán de las posibles intensificaciones regionales del régimen de incendios.

Vegetación de alta montaña

El aislamiento geográfico y la especificidad de estos medios han promovido su riqueza en endemismos. La estrecha vinculación de estas comunidades con los climas de alta montaña y los suelos de turba helada hace que un calentamiento generalizado del clima les sea muy desfavorable. La expansión de la vegetación leñosa acompañada de flora herbácea que en la actualidad tiene su óptimo en niveles altitudinales inferiores, actuaría reduciendo el área disponible para la vegetación de alta montaña y alterando su composición, sobre todo en lo que se refiere a los pastos. El previsible descenso de la precipitación de nieve como de permanencia de la cobertura nival, determinará retrocesos en todos los tipos de vegetación ligados a este tipo de ambientes, tales como los cervunales de *Nardus stricta* de Gredos. De la misma manera se verán afectadas las turberas.

5.4. Sector agrícola

En lo que respecta al sector agrícola, se ha llevado a cabo un estudio evolutivo de la situación agraria de la provincia de Ávila entre los años 2005-2019 a partir de los datos recogidos mediante las encuestas sobre superficies y rendimientos de cultivos (ESYRCE) del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Durante este periodo de tiempo, el valor medio de la superficie utilizada como tierras de cultivo (cultivos herbáceos, barbecho, cultivos leñosos, huertos familiares y cultivos en invernadero) es de 183.723 hectáreas (Figura 25).

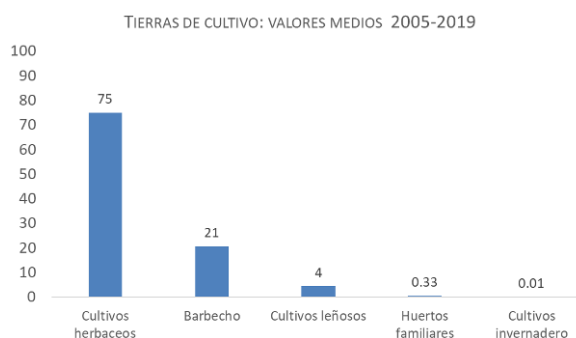


Figura 25. Valor medio de superficie de cultivo por tipología, años 2005 – 2019.

Dentro de la superficie utilizada como tierras de cultivo, la principal contribución corresponde a los cultivos herbáceos (cereales de grano, leguminosas de grano, tubérculos, cultivos industriales, cultivos forrajeros y hortalizas) con un total de 137.494 hectáreas. La superficie media de cada tipo de cultivo herbáceo y los porcentajes de estas superficies que corresponden a terrenos de regadío o en secano, se muestran en las Figuras 26 y 27, respectivamente.

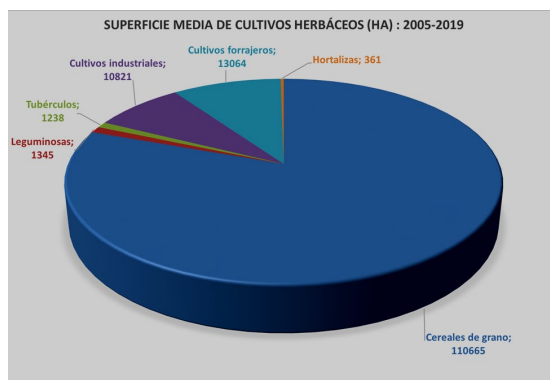


Figura 26. Distribución de superficies entre los diferentes tipos de cultivos herbáceos en la provincia de Ávila (media 2005 – 2019).

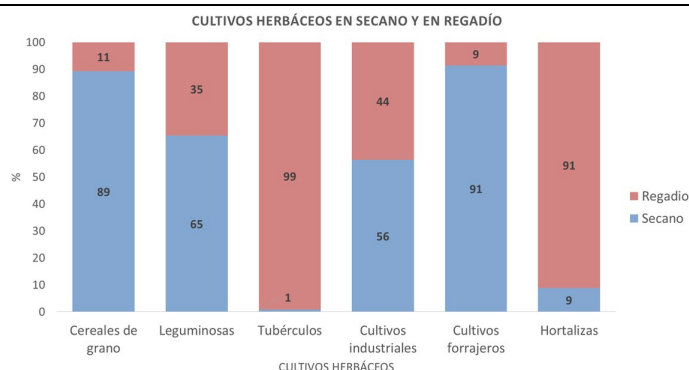


Figura 27. Reparto entre cultivos de regadío y secano, para cada tipo de cultivo herbáceo en la provincia de Ávila (2005 – 2019).

Las otras dos formaciones agrícolas con mayor superficie son los cultivos de barbecho y los cultivos leñosos (árboles frutales, viñedos y olivares) con un valor medio de superficie de 37.690 hectáreas y 7.919 hectáreas respectivamente. La distribución de hectáreas por tipología de cultivo leñoso se muestra en la Figura 28, siendo el que más superficie ocupa el viñedo. La distribución de cada uno entre secano y regadío se muestra en la Figura 29, mostrándose los viveros como los mayores consumidores de agua de regadío, de entre los cultivos leñosos.



Figura 28. Distribución de superficies entre los diferentes tipos de cultivos leñosos en la provincia de Ávila (media 2005 – 2019).

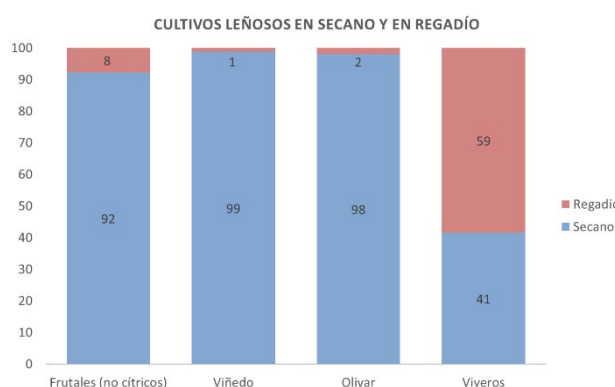


Figura 29. Reparto entre cultivos de regadío y secano, para cada tipo de cultivo leñoso en la provincia de Ávila (2005 – 2019).

En lo que respecta a su distribución geográfica en la provincia de Ávila, si se toman como referencia los datos de uso de suelo ofrecidos por el Instituto Geográfico Nacional (CORINE 2018) concretamente las zonas clasificadas como uso agrícola y las diferentes comarcas agrarias de la provincia de Ávila se obtiene como resultado el siguiente mapa (Figura 30):



Figura 30. Distribución de los suelos de uso agrícola en la provincia de Ávila.

Apreciar que la mayor superficie de cultivo se concentra en la Comarca de Arévalo, centro de la Comarca de Ávila y oeste de la Comarca de El Barco de Ávila. Predomina en la primera la tierra arable no irrigada (cereales de grano y cultivos forrajeros), mientras que en la última hay mayoría de tierra de riego permanente (viveros) y pastos. En el sur de la provincia, se encuentra una variedad de cultivos, sin una predominancia clara.

ANÁLISIS DE IMPACTOS SEGÚN LOS TIPOS DE CULTIVO

Cabe destacar que los incrementos en la temperatura alargarían la estación de crecimiento de los cultivos en regiones donde el potencial del cultivo está hoy en día limitado por el frío. En las zonas cálidas actuales, las altas temperaturas inducirán una maduración más temprana de los cultivos.

Los cereales, principalmente el trigo, la cebada, el centeno y la avena, representan la producción tradicional en secano. Es una de las producciones más directamente afectadas por las variaciones climatológicas.

Otro cultivo que se produce en Ávila es la vid, que se ha establecido tradicionalmente en condiciones de restricciones hídricas e integrales térmicas adecuadas para la maduración de variedades típicas en cada zona. El cambio climático puede afectar a la productividad y, desde luego, a la pérdida de la tipicidad de los productos (Denominaciones de Origen) y al cambio en el estilo del vino.

5.5. Sector forestal

ANÁLISIS DEL SECTOR FORESTAL DE LA PROVINCIA

Se tratan en este análisis varios aspectos de la superficie forestal de la provincia de Ávila: caracterización, evolución, propiedad y distribución espacial.

Caracterización y distribución de la superficie forestal

Para llevar a cabo el análisis de la superficie forestal de la provincia de Ávila se han empleado las siguientes fuentes de datos:

- Primer Inventario Forestal Nacional (IFN1), de 1965, para la provincia de Ávila
- Mapa de cultivos y aprovechamientos (MCA) del Segundo Inventario Forestal Nacional (IFN2) para la provincia de Ávila, de 1991 (mitad norte de la provincia) y 1996 (mitad sur).
- Mapa Forestal de España, escala 1:50000 (MFE50) de 2002.
- Foto Fija 2015 del Mapa Forestal de España.

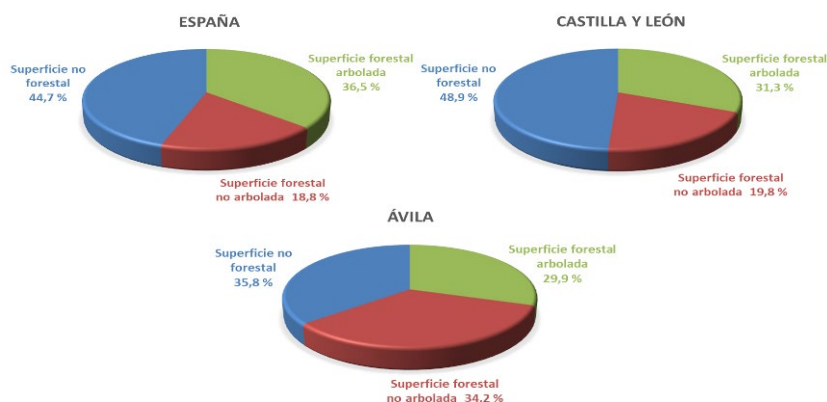


Figura 31. Distribución de superficies en cuanto a su carácter forestal en España, Castilla y León y Ávila. Fuentes: Anuario de Estadística Forestal 2018 (MITECO, 2020) y Foto Fija 2015 del Mapa Forestal de España (MAGRAMA, 2015).

Atendiendo a la clasificación de la superficie provincial en cuanto a su carácter forestal, y comparándola con las del conjunto de España y de Castilla y León (Figura 31), se puede observar cómo Ávila dispone considerablemente de más proporción de superficie forestal que aquellas (64,1 % frente al 55,3 % y el 51,1 % del conjunto nacional y regional respectivamente) aunque, sin embargo, la proporción de esta que es arbolada es notablemente menor, un 46,7 % en relación a la superficie forestal total (frente al 66 % en el conjunto de España o el 61,2 % en Castilla y León) o un 29,9 % en relación a la superficie total provincial (frente al 36,5 % nacional o al 31,3 % regional). Este último dato pone de manifiesto el hecho de que pese a tener casi 10 puntos más de superficie forestal que España, la superficie arbolada de la provincia es aun así menor, habiendo una diferencia de más de 6 puntos respecto al conjunto nacional. La contraparte de lo anterior es la gran proporción de superficie forestal no arbolada que presenta (el 34,2 % del total provincial, frente al 18,8 % del conjunto nacional y el 19,8 % del regional). Ambos datos evidencian la realidad de una provincia con mucha superficie forestal pero poco arbolada, lo que en el terreno se manifiesta en la forma de grandes superficies no agrícolas total o parcialmente desarboladas.

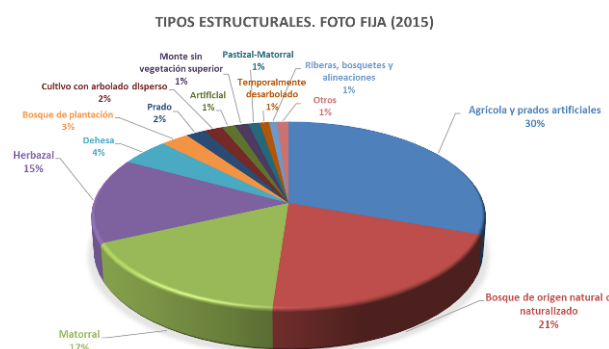


Figura 32. Distribución de los tipos estructurales en la provincia de Ávila según la Foto Fija de 2015. Fuente: Foto Fija 2015 del Mapa Forestal de España (MAGRAMA, 2015).

En cuanto a los tipos estructurales (Figura 32), podemos ver cómo el conjunto que agrupa a la superficie agrícola (agrícola, prados y cultivo con arbolado disperso) ocupa en torno al 34 % de la provincia, es decir, algo más de un tercio de esta, correspondiéndose con la inmensa mayoría de la superficie no forestal que presenta. Esta clasificación nos da una imagen de la **importancia de las formaciones de matorrales y herbazales en la composición superficial de la provincia**, pues entre ambas suman un 33 %, siendo algo superiores a la superficie arbolada, que abarca un 30 % de la superficie. El restante 3 % se reparte entre superficie artificial (superficie urbana e infraestructuras de todo tipo),

masas de agua y sus humedales asociados (cuando los hay) y monte sin vegetación superior (mayoritariamente presente en las zonas más altas de los principales sistemas montañosos de la provincia, sobre todo en la Sierra de Gredos, y también en otros afloramientos rocosos y canchales).

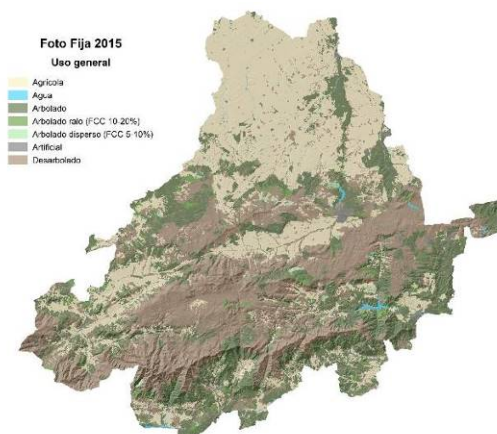


Figura 33. Uso general del suelo de la provincia de Ávila según la Foto Fija 2015.

Fuente: Mapa Forestal de España (MAGRAMA, 2015).

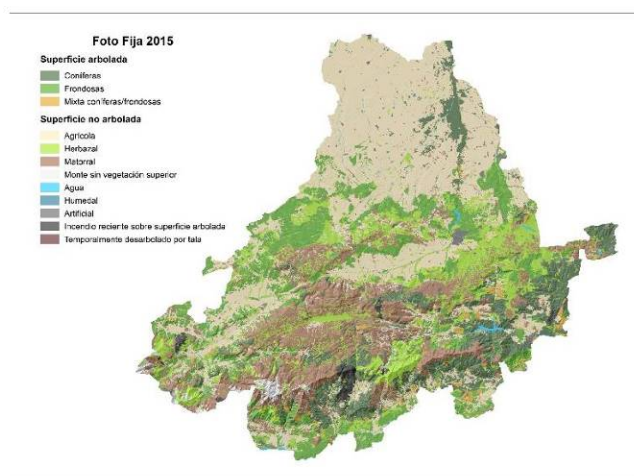


Figura 34. Distribución de las superficies arboladas y no arboladas por subtipos en la provincia de Ávila según la Foto Fija de 2015.

Fuente: Mapa Forestal de España (MAGRAMA, 2015).

Por lo tanto, la imagen es la de una **provincia que reparte su superficie prácticamente a partes iguales entre terrenos agrícolas, terrenos de pastizales o matorrales y terrenos con cubierta arbolada** (siendo estos últimos algo menores en representación para poder incluir a los terrenos artificiales, los de aguas y a aquellos desprovistos de vegetación superior). Esta imagen, al ser llevada a los mapas (Figuras 33 y 34), permite situar espacialmente esta distribución y extraer algunos patrones y características, a saber:

- La provincia puede dividirse en un **tercio superior eminentemente agrícola** (correspondiéndose fundamentalmente con la comarca de La Moraña) y dos tercios inferiores preferentemente forestales, si bien con las excepciones notables del Valle Amblés, al oeste de la capital, y el Valle del Corneja, al oeste de la provincia, en los que también predomina la superficie agrícola.

- La superficie forestal desarbolada tiene patrones de distribución característicos, abundando la formada principalmente por **matorrales en el cuadrante suroeste** de la provincia (cuencas altas del Alberche y del Tormes y Sierras de Piedrahíta, de Ávila, de La Paramera y La Serrota), mientras que los **herbazales abundan en la parte este de la Sierra de Ávila, cuenca alta del Voltoya, zona situada entre esta y el puerto de la Paramera y zona oeste de la Tierra de Pinares**. Por supuesto, ambas formaciones tienen representación en las zonas antes enumeradas y en otras, si bien la abundancia relativa de cada una en las mismas hace que puedan ajustarse al patrón de distribución comentado.
- Las masas forestales arboladas también tienen patrones de distribución característicos, especialmente las **coníferas, que se distribuyen mayoritariamente en el cuadrante sureste de la provincia, con las notables excepciones de los pinares de Arévalo y los situados en torno al Puerto del Pico, Navarredonda de Gredos y Valles del Río Arenal y Ramacastañas** (al Sur de la Sierra de Gredos), entre otros de menor entidad situados principalmente en la cuenca del Tormes y procedentes en su mayor parte de repoblaciones.
- Las **frondosas**, por su parte, si bien tienen patrones de distribución propios, **no pueden restringirse a una u otra parte de la provincia de una manera tan clara**. Pueden distinguirse, entre las zonas más evidentes, el arco de encinares y dehesas que de este a suroeste recorre la provincia desde el río Voltoya hasta el Barco de Ávila, la abundancia de los melojares en el suroeste provincial (al sur y oeste de El Barco de Ávila y al suroeste del Tiétar, por Candeleda), los encinares y dehesas del Valle del Tiétar o el conjunto de manchas arboladas y de diversa composición específica de la cuenca del Alberche.
- Las **masas mixtas de coníferas y frondosas, si bien escasas, tienen su mayor representatividad en las cuencas del Alberche y del Tiétar**.

Además, es notoria la presencia de **amplias zonas de la provincia que se encuentran en gran medida desarboladas** (a veces prácticamente en su totalidad), y entre las que destacan las cuencas altas de los ríos Adaja, Alberche y Voltoya, así como buena parte del alto Tormes, la zona oeste de la Tierra de Pinares y la parte de la Sierra de Ávila que vierte al Tormes.

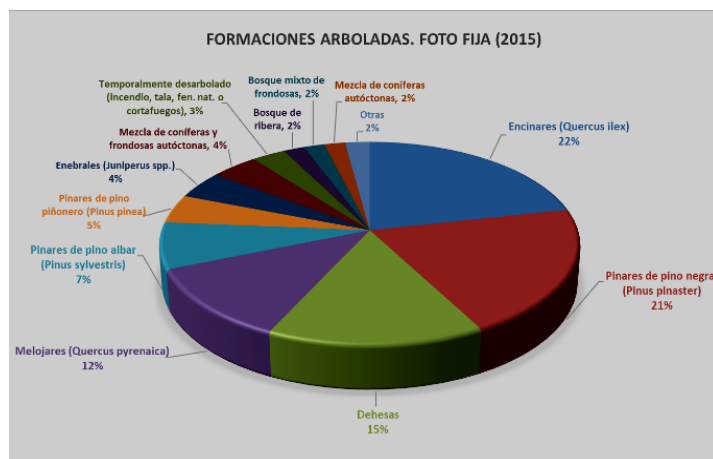


Figura 35. Distribución de la superficie ocupada por cada formación arbolada en la provincia de Ávila según la Foto Fija de 2015.

Fuente: Foto Fija 2015 del Mapa Forestal de España (MAGRAMA, 2015).

En cuanto al porcentaje de la superficie forestal arbolada ocupada por cada una de las formaciones presentes en la provincia (Figura 35), puede observarse cómo son los encinares (*Quercus ilex*) y los pinares de *Pinus pinaster* las dos más relevantes (22 % y 21 % de la superficie, respectivamente), seguidos de las dehesas (en su gran mayoría con *Quercus ilex* como especie principal), los melojares (*Quercus pyrenaica*), los pinares de *Pinus sylvestris*, los de *Pinus pinea* y los enebrales (*Juniperus* spp.). Estas formaciones abarcan el 74 % de la superficie forestal arbolada de la provincia, situándose a continuación las distintas mezclas, los bosques de ribera y, por último, formaciones arboladas con una relevancia menor en cuanto a ocupación, como los castañares (*Castanea sativa*) o las fresnedas (*Fraxinus angustifolia*).

Evolución reciente de la superficie forestal (1965-2015)

El análisis de los datos procedentes de los Inventarios Forestales Nacionales llevados a cabo hasta la fecha, junto con la Foto Fija más reciente (del año 2015), indican que **la superficie forestal de la provincia ha experimentado un notable aumento en el lapso de 50 años de los que se tienen datos (1965-2015).**

Tabla 12. Evolución de los tipos de superficie en cuanto a su carácter forestal de la provincia de Ávila (ha) (1965-2015). (*): Arbolada + Matorral + Pastizal + Improductiva. (**): Cultivo + Aguas.

Fuentes: Ministerio de Agricultura (1965), MAPA (1996 y 2002) y MAGRAMA (2015).

Tipo de superficie	IFN1 (1965)	IFN2 (1991 y 1996)	MFE50 (2002)	Foto Fija (2015)
Forestal arbolada	129061	158131	236574	241011
Forestal no arbolada	274621	320766	288989	275439
Total forestal	403682 (*)	478897	525563	516450
No forestal	401118 (**)	326023	279269	288382
Total	804800	804921	804832	804832

Concretamente, ha aumentado desde las 403682 ha de 1965 (el 50,16 % del total provincial) hasta las 516450 ha de 2015 (el 64,17 %), lo que supone un incremento de 112768 ha (un incremento del 27,93 % respecto al estado inicial). De este incremento, en la actualidad la inmensa mayoría se corresponde con superficie forestal arbolada, si bien durante el lapso entre 1965 y 1996 se produjo un fuerte aumento de la superficie forestal no arbolada (a la par que también aumentaba la arbolada), fruto del abandono de numerosos terrenos anteriormente dedicados a la agricultura que, posteriormente, ha ido disminuyendo en favor de la arbolada hasta la situación actual, en que **la superficie forestal no arbolada ocupa prácticamente la misma superficie que en 1965, mientras que la superficie forestal arbolada se ha incrementado en un 86,74 % (111950 ha), suponiendo 29,95 % de la superficie provincial total (Figura 36).**

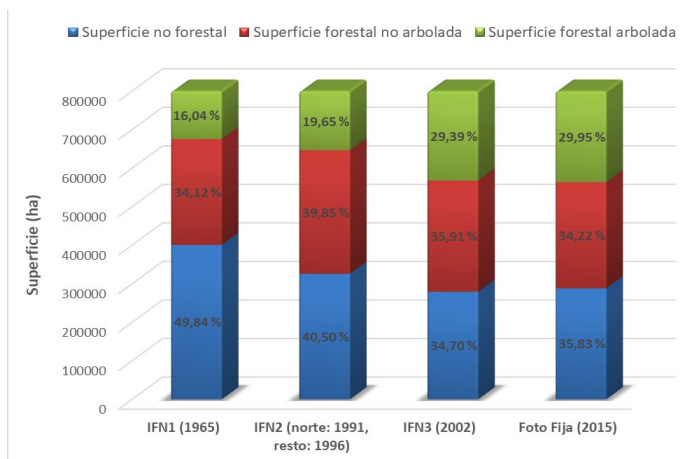


Figura 36. Evolución de la superficie forestal de la provincia de Ávila entre 1965 y 2015.

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Si se analiza el aumento de la superficie forestal arbolada en base a los tres grupos básicos de clasificación de formaciones arboladas (coníferas, frondosas y masas mixtas, Figura 37), se observa que, aunque todas las categorías han aumentado su representación (de las masas mixtas solo se tienen datos a partir del MFE50) **el mayor incremento se ha dado en el grupo de las frondosas**, y especialmente en el lapso de tiempo entre el IFN2 y el MFE50.

En cuanto al ligero descenso observado por parte del conjunto de las coníferas entre el MFE50 y la FotoFija 2015, podría ser explicado por la transformación de algunas de estas masas en masas mixtas, así como por el gran incendio forestal de Arenas de San Pedro de 2009, que destruyó cerca de 3000 ha arboladas, y cuya superficie la FotoFija de 2015 todavía categoriza como superficie quemada (no recuperada).

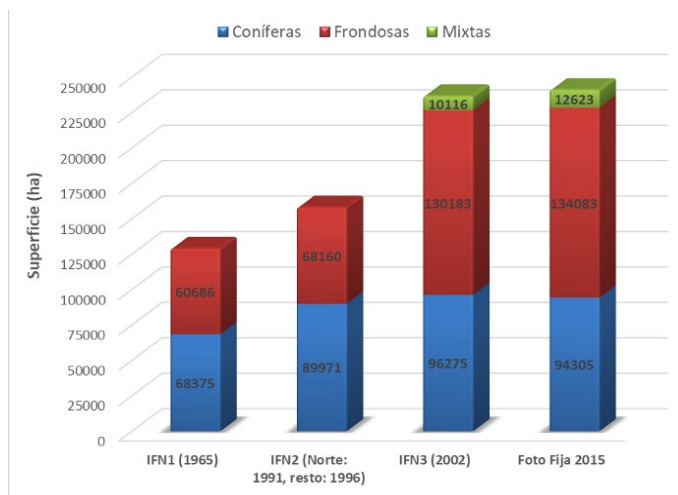


Figura 37. Evolución de la superficie forestal arbolada de la provincia de Ávila entre 1965 y 2015.

Fuentes: Ministerio de Agricultura (1965), MAPA (1996 y 2002) y MAGRAMA (2015).

Ampliando el nivel de detalle, podemos analizar qué tipo de masas en concreto son las que han experimentado un aumento mayor (Figura 38). Para ello, se han utilizado las categorías de formaciones arboladas utilizadas por el IFN1 (1965), que, aunque escasas (únicamente emplea siete, si bien dos de ellas desglosables en otras dos: dehesas de encina y bosques de ribera), son lo suficientemente representativas de las masas forestales de la provincia, y se han comparado con el dato proporcionado por la Foto Fija de 2015. Se estudia, por lo tanto, un lapso de tiempo de 50 años que da cuenta de los importantes cambios socioeconómicos habidos en la provincia y del impacto que estos han tenido en el medio forestal.

La categoría “otras coníferas” incluye los enebrales, los pinares de *Pinus nigra* y las mezclas de coníferas tanto autóctonas como alóctonas. La categoría “otras frondosas” incluye los castañares, las choperas de producción, las fresnedas (incluidas las dehesas de fresnos), los madroñales, los eucaliptales, los abedulares, las mezclas de frondosas autóctonas y las de alóctonas con autóctonas. Por otra parte, en la categoría “melojares” están incluidas las dehesas formadas por esta especie ante la dificultad de desglosar los datos correspondientes del IFN1.

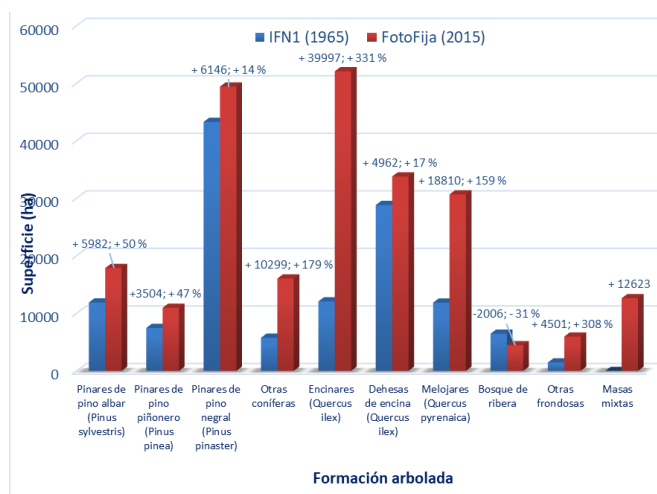


Figura 38. Cambio en la superficie ocupada por cada formación arbolada en la provincia de Ávila entre 1965 y 2015.

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

En números absolutos son los encinares y los melojares las formaciones arboladas que más han aumentado su representación en el conjunto de la provincia, **especialmente los primeros**, con 39997 ha y 18810 ha de aumento respectivamente. Les siguen las masas mixtas, con 12623 ha y el conjunto “otras coníferas”, con 10299 ha. Por último, los pinares, con 6146 ha de aumento de masas de *Pinus pinaster*, 5982 ha de *Pinus sylvestris* y 3504 ha de *Pinus pinea*, “otras frondosas” (4501 ha) y las dehesas de encina, con 4962 ha de aumento.

No obstante, para esta última formación arbolada hay que tener en cuenta que en su cálculo se ha utilizado únicamente la categoría “monte hueco” del IFN1, no incorporando ningún dato de la de “monte alto o medio con una cabida de entre el 10 % y el 39 %”, pues se hace imposible distinguir entre aquellas masas dentro de esta categoría que eran dehesas de las que no. Incorporando la totalidad de estas masas a la categoría de dehesas se obtendría que la superficie de éstas solo habría aumentado en 768 ha desde 1965, si bien habría que tener en cuenta que este dato tampoco sería exacto, puesto que un porcentaje indeterminado de la superficie asignada como dehesa realmente no lo sería.

En términos relativos vuelven a ser los encinares los que más han visto aumentar su superficie (con un 331 % de incremento), seguidos de las categorías “otras frondosas” (308 %) y “otras coníferas” (179 %) y de los melojares (159 %) como las masas que han experimentado los aumentos más reseñables (todas con incrementos de más del doble respecto a sus valores iniciales, y en el caso de los encinares y “otras frondosas” cuádruplicándolo). Por detrás se sitúan los pinares (puros) de *Pinus sylvestris* y *Pinus pinea*, con un 50 % y un 47 % de aumento respectivamente, seguidos de las dehesas de encina (17 % de aumento, si bien hay que tener en cuenta la salvedad hecha anteriormente respecto a esta formación arbolada) y los pinares de *Pinus pinaster* (14 %).

En cuanto a los bosques de ribera, pese a que se reporta un descenso en su superficie, esto no concuerda con lo que los propios gestores vienen observando. Es muy probable, por lo tanto, que este resultado no refleje adecuadamente la realidad y que sea un cambio en la metodología usada para la definición de esta formación arbolada lo que lo explique, habida cuenta además de que sería una excepción a la tónica general de expansión observada en el resto de las formaciones arboladas difícilmente explicable.

Por lo tanto, queda patente que, **en estos últimos 50 años, las masas forestales que más han medrado (fruto en gran medida de la caída de la presión humana sobre las mismas) son las tradicionalmente empleadas como fuente de combustible (leña y carbón vegetal) por parte de la población local, es decir, las quercíneas con una elevada capacidad de rebrote de cepa y/o de raíz, que se corresponden con los encinares y los melojares, *Quercus ilex* y *Quercus pyrenaica*. Estos, en un proceso paralelo a la despoblación del medio rural, han ido ocupando progresivamente terrenos agrícolas y/o ganaderos abandonados, formando nuevas masas o expandiendo las ya existentes y, de esta manera, ampliando su superficie. Es decir, la expansión de las frondosas acaecida en los 50 años estudiados se ha debido en su práctica totalidad a procesos naturales de colonización de nuevos terrenos, pues las repoblaciones efectuadas con las mismas han sido puntuales (a excepción de las choperas productoras de *Populus X canadensis*) y en la mayoría de los casos adoptando estas el papel de especie/s secundarias, si bien en ciertas localizaciones podrían estar en pleno proceso de sustitución de la especie principal de conífera.**

Por otra parte, **los pinares de las tres especies principales de la provincia (*Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris* y *Pinus pinea*) han aumentado su superficie debido a, en gran medida, las repoblaciones forestales efectuadas desde mediados del siglo XX, y que han tenido continuidad hasta la actualidad, si bien a una escala mucho menor a partir de los años 80. No obstante, en el grupo de las coníferas también se ha producido expansión natural, si bien a una escala menor que en el caso de las frondosas. Una de las coníferas que probablemente más se ha expandido de esta forma es el enebro, *Juniperus oxycedrus* y *Juniperus communis*, puesto que, aunque no es posible conocer su extensión exacta en 1965 (ya que sus masas se encontraban englobadas dentro de la categoría “otras coníferas”) sí que es segura su fuerte expansión, ya que la categoría “otras coníferas” (donde también se incluían las masas de *Pinus nigra* y las mezclas de coníferas) ocupaba 5759 ha, mientras que tanto en el IFN3 como en la FotoFija 2015 solo los enebrales ocupan una extensión alrededor de las 10700 ha. Por lo tanto, es muy probable que la superficie ocupada por el enebro se haya más que duplicado en estos 50 años, posiblemente se haya incluso triplicado.**

Dentro de la categoría de masas mixtas se han incluido las repoblaciones forestales efectuadas entre el IFN 3 y la FotoFija 2015, puesto que en esta última no se especifica la/s especie/s utilizadas y es en este tipo de bosque en el que las incluye por defecto, siendo en total 2591 ha. Además, cabe señalar también que dentro de las masas mixtas de las que sí que se conoce su composición específica (10031 ha), la inmensa mayoría (9969 ha) son masas formadas por especies autóctonas, habiendo solo 62 ha en las que una de las dos especies es alóctona, correspondiéndose con un rodal formado por *Pinus pinaster* en mezcla con *Eucalyptus camaldulensis* situado al sur del término municipal de Guisando, en el Valle del Tiétar.

En cuanto a la categoría “otras frondosas”, el 74 % de las mismas (4386 ha de las 5962 ha totales) se corresponden con mezclas de frondosas autóctonas y, de estas, 3062 ha (el 70 %) son masas que tienen a *Quercus ilex* o a *Quercus pyrenaica* como especie principal, lo que refuerza aún más la gran expansión que estas dos especies han tenido (respecto al total de “otras frondosas” estas masas representan el 51 %).

Así mismo, dentro de las mezclas de frondosas autóctonas son relevantes las de *Fraxinus angustifolia* con *Quercus ilex* o *Quercus pyrenaica* como especie secundaria (867 ha), así como las de cornicabra (*Pistacia terebinthus*) con encina como secundaria (257 ha). Dentro de “otras frondosas”, no siendo mezclas, destacan los castaños, con 846 ha, las choperas de producción de *Populus x canadensis* (451 ha) y las fresnedas (con 156 ha de masas forestales y 53 ha en forma de dehesas).

Propiedad de la superficie forestal

Uno de los principales aspectos que condicionan la implementación de medidas de gestión forestal es la propiedad de los terrenos. Aspectos como el régimen de propiedad, el tamaño de las parcelas o el número de propietarios dentro de un mismo monte o comarca forestal son claves a la hora de diseñar las políticas a implementar.

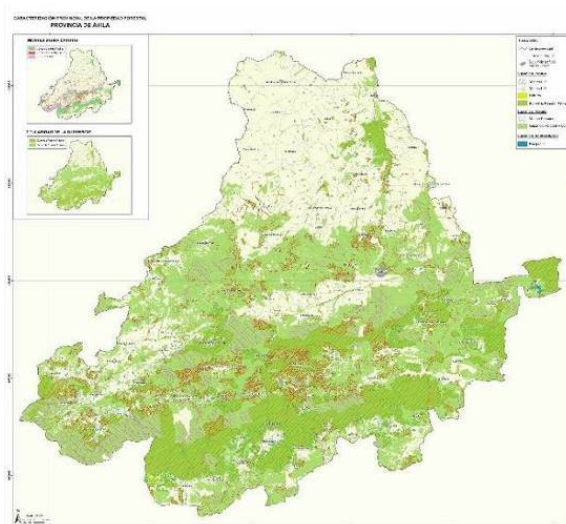


Figura 39. Distribución de la superficie forestal y de los montes significativos por tipo de titularidad en la provincia de Ávila.
Fuente: Estructura de la propiedad forestal en la provincia de Ávila (Tragsatec, 2014).

En Ávila, según el estudio de la estructura de la propiedad forestal realizado en 2014 (Tragsatec, 2014), la titularidad privada corresponde al 63,59 % de la superficie forestal (337 222,67 ha), mientras que el 33,50 % (177662,86 ha) es pública (el 2,91 % restante no puedo esclarecerse). De estas, la inmensa mayoría (93,38 %) corresponde a entidades locales (165896,20 ha), mientras que la administración autonómica posee 7366 ha y el Estado 4400,68 ha.

En cuanto a la superficie privada, la mayor parte corresponde a personas físicas o sociedades anónimas o limitadas (280007,86 ha, el 83,03 %), mientras que 55051,64 ha son de asociaciones (16,33 %) y las restantes 2163,17 ha (0,64 %) de obras religiosas o benéficas. Además, el 47,89 % de la superficie privada (161497,22 ha) se reparte en parcelas de menos

de 10 ha (lo que se corresponde con 345851 parcelas, el 98,94 % de las mimas), el 60,87 % (205284,17 ha) si se amplía el rango hasta las 50 ha (347799 parcelas, el 99,5 %), mientras que solo el 15,52 % de la superficie (52334,83 ha) se reparte en parcelas de más de 250 ha.

Esto da una idea de la **dificultad de implementar planes desde la administración que vayan más allá de la superficie pública o de la privada con las parcelas más grandes (o incluidas dentro de espacios naturales protegidos)**, puesto que herramientas que podrían ser eficaces, como los planes de ordenación de montes o los planes dasocráticos, están exentos de ser realizados para aquellos montes o parcelas de menos de 100 ha (Ley 3/2009, de 6 de abril, de montes de Castilla y León).

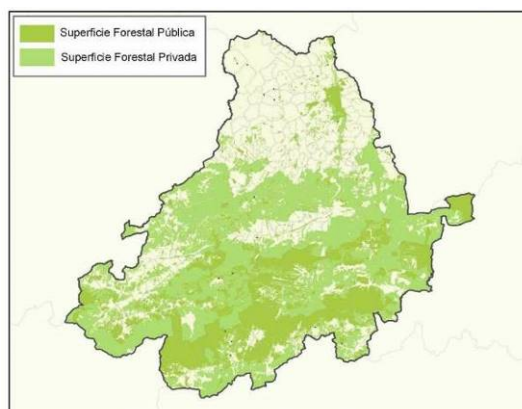


Figura 40. Distribución de la superficie forestal de la provincia de Ávila en función de su titularidad.

Fuente: Estructura de la propiedad forestal en la provincia de Ávila (Tragsatec, 2014).

En cuanto a la distribución espacial de las distintas superficies según su titularidad (Figura 40), puede observarse cómo **la superficie pública se concentra especialmente en la vertiente sur de la Sierra de Gredos, en parte de la norte (Navarredonda de Gredos, Puerto del Pico, Valle de Iruelas) y en ciertas zonas de la cuenca del Alberche, especialmente en el Hoyo de Pinares, Peguerinos, Herradón de Pinares y parte de la Sierra de La paramera.** También son en gran medida públicos los pinares de Arévalo.

Sin embargo, **la titularidad privada es mayoritaria en la Sierra de Ávila y dehesas del Tormes, en la comarca de El Barco de Ávila, Piedrahíta y el alto Tormes, así como mucha superficie de la cuenca del Alberche, Sierra de la Paramera, Tierra de Pinares o Valle del Tiétar.**

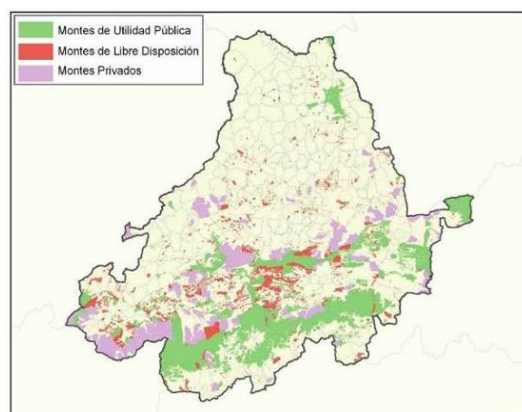


Figura 41. Distribución de los montes significativos de la provincia de Ávila (≥ 250 ha para montes privados y ≥ 10 ha para montes públicos) en función de su titularidad y designación.

Fuente: Estructura de la propiedad forestal en la provincia de Ávila (Tragsatec, 2014).

Superficie forestal protegida

Las figuras de protección medioambiental actualmente presentes en la provincia de Ávila se articulan en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Castilla y León (REN), la Red Natura 2000 europea (RN2000) y el Catálogo de Zonas Húmedas de Castilla y León (ZHC).

Dentro de la REN se encuentran el Parque Regional de la Sierra de Gredos, el Parque Natural de la Sierra Norte de Guadarrama y la Reserva Natural del Valle de Iruelas (junto a su zona periférica de protección); dentro de la Red Natura 2000 15 Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y 11 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y dentro del Catálogo de Zonas Húmedas 28 espacios así catalogados (Figura 42).

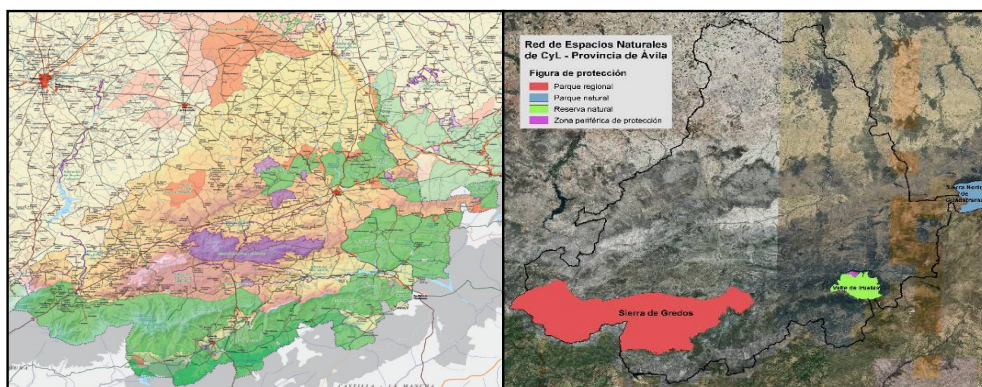


Figura 2. Superficie protegida de la provincia de Ávila. Izda.: Red Natura 2000 (morado: ZEC, marrón: ZEPA, verde: ZEC y ZEPA); Dcha.: Espacios Naturales Protegidos. Fuente: Junta de Castilla y León.

La superficie forestal que se encuentra dentro del área afectada por una o varias de estas figuras de protección (Tabla 13, Figuras 43 y 44) alcanza a ser algo más de la mitad del total provincial (51,52 %), habiendo más superficie arbolada que no arbolada. También es mayor la proporción de superficie forestal arbolada del conjunto de la provincia que se encuentra protegida respecto a la que lo está de la no arbolada (58,66 % frente a 45,27 %).

Tabla 13. Superficie forestal de la provincia de Ávila con una o varias figuras de protección (REN, RN2000 o ZHC). Fuente: Foto Fija 2015 del Mapa Forestal de España (MAGRAMA, 2015).

Tipo de superficie	Superficie (ha)	Proporción protegida (%)
Forestal arbolada	141368	58,66
Forestal no arbolada	124695	45,27
Forestal total	266063	51,52

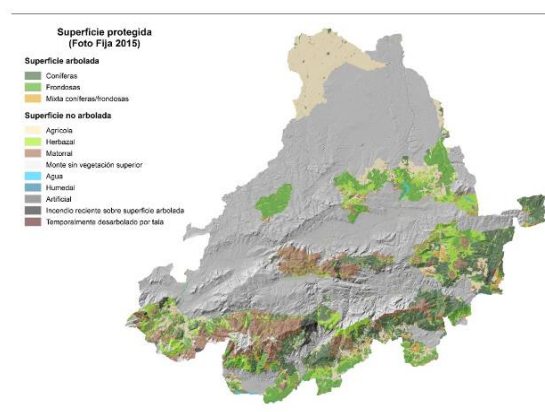


Figura 43. Clasificación de la superficie con una o varias figuras de protección (REN, RN2000 o ZHC) de la provincia de Ávila. Fuente: Foto Fija 2015 del Mapa Forestal de España (MAGRAMA, 2015).

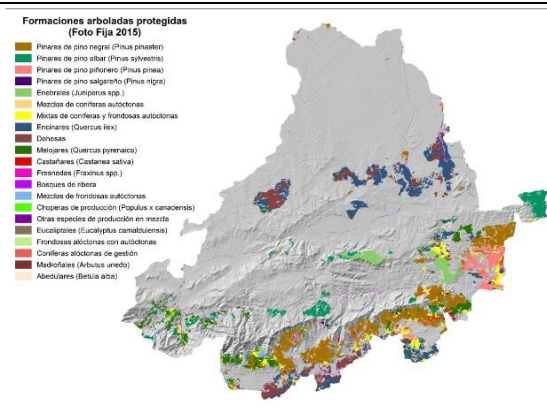


Figura 44. Superficie forestal arbolada con una o varias figuras de protección (REN, RN2000 o ZHC) de la provincia de Ávila (según tipo de formación arbolada). Fuente: Foto Fija 2015 del Mapa Forestal de España (MAGRAMA, 2015).

Aprovechamiento maderero

Aunque en cuanto a las cortas totales no se dispone para la provincia de Ávila de un conjunto de datos que abarque un periodo de tiempo suficiente como para evaluar tendencias, sí que lo hay para Castilla y León. En la Figura 45 se observa cómo el volumen de cortas de madera (excluyendo leñas) anual ha crecido más de un 100 % desde los años 1980, pasando de 1 millón de m³ en dicha década a situarse entre los 2 y 2,5 millones en los últimos años, mientras que si se incluyen los aprovechamientos de leñas el incremento desde los años 1990 ha superado el 200 % (Figura 46).

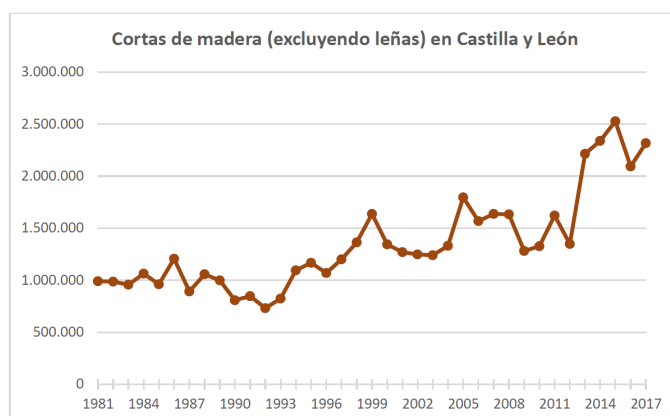


Figura 45. Evolución del volumen de madera (m³), excluyendo leñas, cortado anualmente en Castilla y León entre 1981 y 2017. Fuente: Subastas de madera gestionadas por la Consejería de Fomento y Medio Ambiente (2010-2019) (Junta de Castilla y León, 2020).

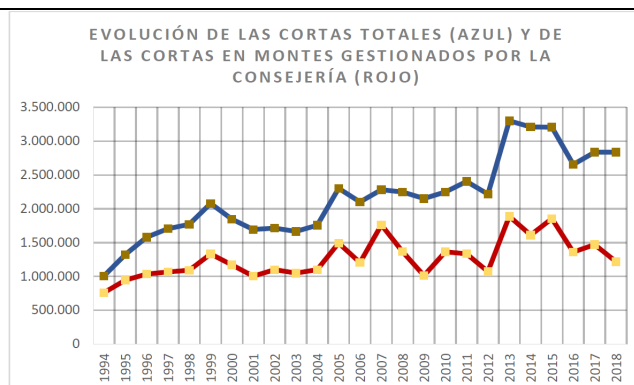


Figura 46. Evolución del volumen de madera (m³) cortado anualmente en el conjunto de Castilla y León y en aquellos montes gestionados por la Junta de Castilla y León entre 1994 y 2018. Fuente: Subastas de madera gestionadas por la Consejería de Fomento y Medio Ambiente (2010-2019) (Junta de Castilla y León, 2020).

El salto mayor se dio a partir del año 2013 y el nivel de aprovechamiento se ha mantenido desde entonces, coincidiendo con los incentivos dados a la movilización de recursos forestales, la aparición de nuevas oportunidades como la biomasa, el incremento en la demanda de ciertos productos como los tableros, pallets o embalajes y, de forma más generalista, la llegada de muchas masas procedentes de reforestaciones pasadas a un estado de madurez suficiente como para comenzar a realizar las correspondientes claras (Junta de Castilla y León, 2020).

No obstante, hay ciertos sectores cuya demanda no se ha recuperado a los niveles previos a la crisis de 2008, fundamentalmente aquellos que tenían como principal cliente el sector de la construcción y que empleaban en buena medida madera aserrada de mayores dimensiones, como las industrias de la carpintería de puertas, ventanas o parquet, o la de madera estructural.

En todo caso, desde la administración pública de la provincia de Ávila se señala que el volumen de cortas realizado en los montes gestionados por ella es notablemente inferior al que sería deseable para cumplir con los planes de ordenación, debiendo en muchos casos quedar la madera en pie más allá del turno establecido o de las claras programadas. Este hecho puede observarse en la propia información pública de la administración analizando la proporción del volumen de madera de *Pinus spp.* licitado anualmente por ella que no acaba adjudicándose (Figura 47). Se ve cómo en los seis años de los que se dispone de datos para la provincia de Ávila, esta siempre se encuentra por encima del conjunto de Castilla y León, con valores realmente elevados que se sitúan entre el 20 % y el 92 % de la madera ofertada no adjudicada, habiendo un año (2017) en que esta fue del 100 %.

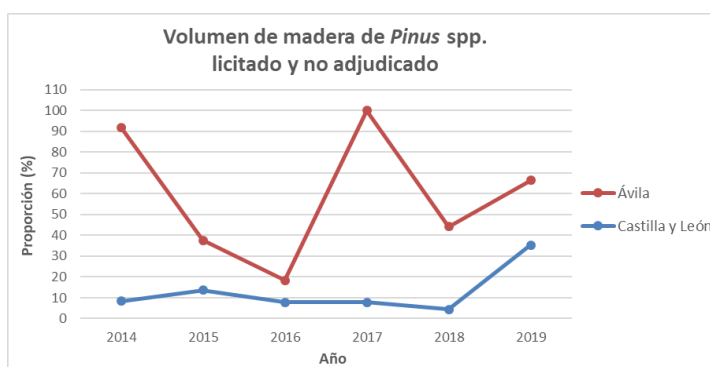


Figura 3. Evolución de la proporción del volumen de madera de *Pinus spp.* licitado y no adjudicado en la provincia de Ávila y para el conjunto de Castilla y León (2014-2019). Fuente: Subastas de madera gestionadas por la Consejería de Fomento y Medio Ambiente (2010-2019) (Junta de Castilla y León, 2020).

Así mismo, destacan los gestores que en muchas ocasiones los lotes sacados a subasta acaban vendiéndose a unos precios demasiado bajos para la calidad de la madera ofertada, situación a la que es posible aproximarse comparando los precios medios de venta de la madera de *Pinus* spp. en España, Castilla y León y Ávila (Figura 48). Puede observarse cómo de nuevo Ávila tiene en los seis años estudiados el peor dato de los tres, encontrándose en todo momento por debajo de los precios del conjunto de España y de Castilla y León. Únicamente en 2015 el precio estuvo cercano a los precios medios nacional y autonómico (en el año 2017 la provincia de Ávila no consiguió adjudicar ninguno de los dos lotes ofertados y para el año 2019 no hay datos a nivel nacional).

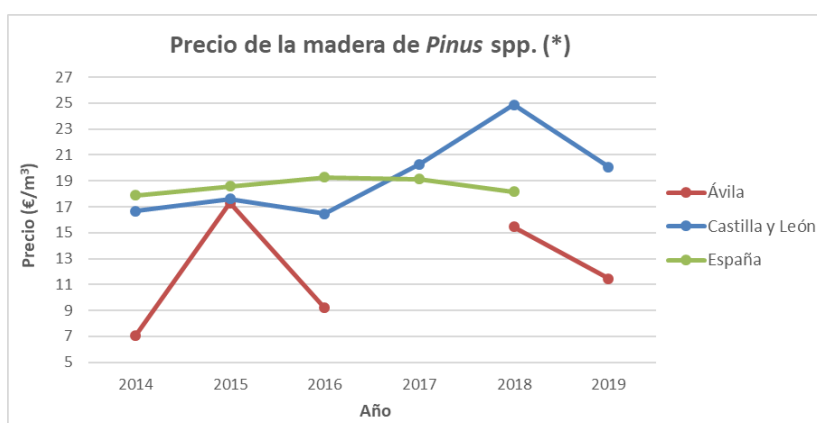


Figura 4. Evolución del precio de adjudicación de la madera de *Pinus* spp. en la provincia de Ávila, en Castilla y León y en España (2014-2019). (*): Para los datos de España se han utilizado las medias de los precios de *Pinus sylvestris* y *Pinus pinaster*. Fuentes: Subastas de madera gestionadas por la Consejería de Fomento y Medio Ambiente (2010-2019) (Junta de Castilla y León, 2020) y Anuarios de estadística forestal anual (2014-2018) (MITECO).

También se encuentra Ávila por debajo de los valores medios de Castilla y León en cuanto al incremento de los precios de la madera de pino entre el de licitación y el finalmente fijado en la adjudicación (Figura 49). De hecho, solo en dos de los seis años de los que se dispone de datos el incremento fue superior al 5 %, habiendo un año (2014) en que fue negativo. En todo caso, la diferencia fue siempre considerable respecto a los valores medios de Castilla y León, que oscilan aproximadamente entre el 30 % y el 40 %, habiendo un solo año (2018) en que el incremento de precio fue ligeramente superior en la provincia de Ávila respecto al conjunto de la comunidad autónoma.

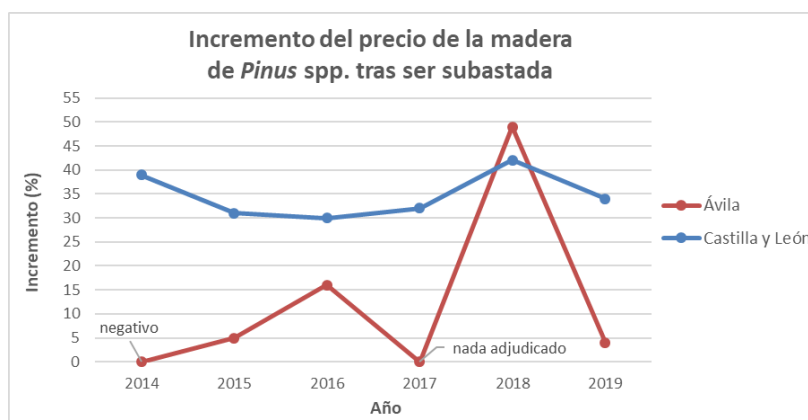


Figura 5. Evolución del incremento de precio de la madera de *Pinus* spp. entre el de licitación y el finalmente adjudicado en la provincia de Ávila y en el conjunto de Castilla y León (2014-2019). Fuente: Subastas de madera gestionadas por la Consejería de Fomento y Medio Ambiente (2010-2019) (Junta de Castilla y León, 2020).

Asimismo, desde la Asociación Forestal de Ávila, que asesora a parte de los propietarios privados de montes, se hace hincapié en la percepción de que en general el aprovechamiento de los montes podría ser mayor, insistiendo en que es excesivo el abandono en cuanto a aprovechamientos se refiere de mucha de la superficie forestal arbolada correspondiente a este tipo de titularidad.

Todos estos datos apuntan al hecho de que el aprovechamiento maderero de los montes de la provincia no aprovecha todo el potencial del que dispone en cuanto a crecimiento medio anual de las masas susceptibles del mismo (no todas las masas pueden ni deben aprovecharse, y tampoco en la misma medida), siendo este dato desconocido para la provincia de Ávila pero habiendo sido calculado para la madera de pino en el conjunto de Castilla y León, situándose en el 60 % del crecimiento anual aprovechado para el periodo 2013-2017, lo que es una cifra considerable comparándola con el nivel medio del periodo inmediatamente anterior (2008-2012), que se situaba en el 35 % (Junta de Castilla y León, 2020).

Es posible aventurar que el hecho de que las cifras de los parámetros analizados sean en todos los casos más desfavorables para la provincia de Ávila que para el conjunto de Castilla y León se deba a una relativamente baja presencia de industria forestal en la provincia, como se pone de manifiesto en la Figura 20. Esto implica tanto una baja demanda interna como un mayor coste del aprovechamiento para los contratistas por los mayores costes en el transporte, lo que podría explicar los bajos precios finales, los pequeños incrementos en los mismos en las subastas y el elevado porcentaje de lotes desiertos (sin adjudicatario). Hay que mencionar no obstante que la presumiblemente mayor proporción de madera de *Pinus pinaster* en relación con la de *Pinus sylvestris* en los lotes de la provincia en comparación con los del conjunto de la comunidad autónoma puede introducir un pequeño sesgo negativo para la provincia a la hora de realizar las comparaciones de los parámetros relacionados con el precio, puesto que por norma general el de la segunda especie suele ser mayor que el de la primera. Sin embargo, las diferencias en las comparaciones son en general demasiado acusadas como para que este hecho suponga un factor determinante.

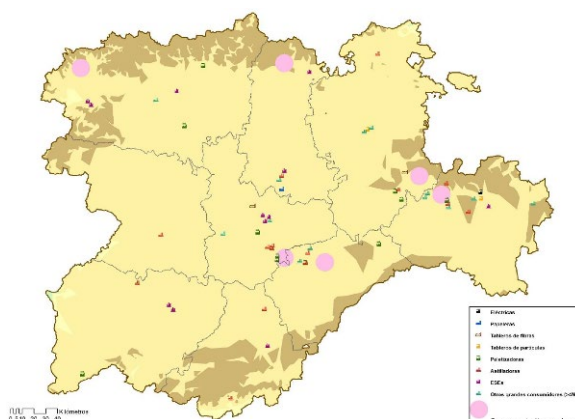


Figura 6. Dotación industrial relacionada con el procesado y consumo de productos maderables y leñosos en Castilla y León.
Fuente: Subastas de madera gestionadas por la Consejería de Fomento y Medio Ambiente (2010-2019) (Junta de Castilla y León, 2020).

Distribución espacial y estado de las principales masas forestales

Las masas forestales de la provincia pueden agruparse en función de la especie principal, la distribución espacial y otras características propias en varios conjuntos representativos que a continuación se describen:

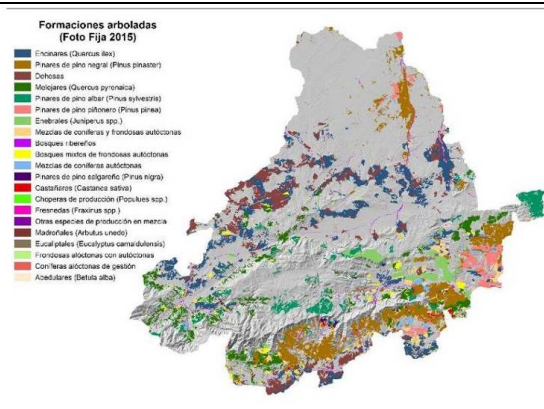


Figura 51. Distribución espacial de cada formación arbolada en la provincia de Ávila según la Foto Fija de 2015. Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Pinares de La Tierra de Arévalo

Situados entre las proximidades de Villanueva de Gómez y Arévalo (prolongándose algo más al norte de esta localidad en el municipio de Palacios de Goda), en la margen izquierda del río Adaja, se encuentra una extensa masa de pinares formada principalmente por *Pinus pinaster* y, en menor medida, *Pinus pinea*.

Es en su mayoría de titularidad pública y comprende entre sus montes más relevantes los MUP “Pinar de la Villa”, “Los Comunes” o “Pinar del Concejo”. En ellos se ha retomado desde hace una década de una manera más extensa la resinación, abriendo nuevos tramos a la misma en una parte significativa de la superficie total de estos montes.

Se trata de una de las superficies forestales de la provincia donde más se empiezan a notar ciertos impactos que podrían estar asociados al cambio climático. Todos ellos tienen su base en los cada vez más intensos y prolongados periodos de sequía, que debilitan al arbolado por el estrés hídrico al que les somete. Esto se manifiesta en un decaimiento generalizado y bastante claro de *Pinus pinaster*, una especie peor adaptada en comparación con *Pinus pinea* a las condiciones de xericidad cada vez más imperantes en el medio, y que se evidencian en la cada vez más abundante afectación por muérdago, o en la clara dificultad que presenta esta especie para regenerarse, especialmente cuanto más alejado del curso del Adaja está la masa. Así mismo, la procesionaria es abundante en estos montes.

Estas circunstancias están conllevando que como medida de adaptación por parte de los gestores forestales de la administración se estén realizando procesos de cambio de especie principal en algunos rodales del monte, cambiando de *Pinus pinaster* a *Pinus pinea*, mucho mejor adaptado a las condiciones cada vez más secas del medio.

Encinares y dehesas de encina del centro de la provincia

Se puede describir como una franja que recorre la parte central de la provincia, de este a suroeste, desde la cuenca del río Voltoya hasta el Barco de Ávila y de la que forman parte los ZEC “Encinares de los ríos Adaja y Voltoya” y “Encinares de la Sierra de Ávila”, la ZEPA “Dehesa de los Ríos Gamo y Margañán” y otras superficies forestales no sujetas a ninguna categoría de protección en torno a la Sierra de Ávila, la Alta Moraña, el Valle Amblés, el Valle del Corneja y la comarca de El Barco de Ávila. También hay encinares en el valle del Alberche que se podrían incluir en esta misma categoría.

Se trata de masas en su inmensa mayoría privadas, tanto los montes como las dehesas. Respecto a los primeros, como ya vimos, se trata de una de las masas que más han progresado en los últimos 50 años, debido al abandono de las actividades tradicionales del medio rural, colonizando nuevos espacios abandonados dedicados anteriormente al pasto o a la agricultura. Estas masas presentan por lo general estructuras de monte medio y, uno de los mayores problemas que empiezan a notarse y que en el futuro es esperable que vaya a más es el asociado con la seca, asimismo, las plagas y enfermedades asociadas son progresivamente más notorias.

Por otra parte, ciertos montes que ya existían con anterioridad a este proceso de expansión de la especie, al haber sido tradicionalmente fuente de leña para las poblaciones circundantes mediante un aprovechamiento tradicional en monte bajo, presentan ahora, debido al abandono de esta actividad, el aspecto de masas estancadas en su crecimiento, con una elevada densidad que las conduce a un debilitamiento progresivo y a una mayor mortalidad, presentando además problemas para su regeneración natural y su renovación genética.

En cuanto a las dehesas, uno de los principales problemas que presentan es la falta de regenerado natural y, cada vez en mayor medida, el fenómeno asociado con la seca.

Encinares y dehesas de encina del Valle del Tiétar

Por su diferencia en cuanto a las condiciones de estación en las que se presentan, principalmente por ubicarse en una zona con un régimen más térmico como consecuencia de su menor altitud, se tratan de una forma diferenciada respecto a las anteriores masas. Se corresponden con la franja de encinares y dehesas que, de este a oeste, recorre todo el valle del Tiétar en su parte más baja, siguiendo el curso del río. Al igual que en el caso anterior, son masas de titularidad privada en su inmensa mayoría, enclavadas mayoritariamente dentro de la ZEC y ZEPA “Valle del Tiétar”. Presentan sobre todo problemas relacionados con la cada vez mayor incidencia de las sequías, que las debilitan principalmente por el estrés hídrico asociado y que favorecen la expansión de plagas y enfermedades asociadas a estos fenómenos de debilitamiento.

Pinares de *Pinus pinaster* de la vertiente sur y extremo este de la Sierra de Gredos

Se trata de extensas masas de *Pinus pinaster*, autóctonas de la zona, que se extienden a lo largo de toda la vertiente sur de la sierra de Gredos, en la cuenca del Tiétar, desde la zona este del término municipal de Candeleda hasta el de Santa María del Tiétar y, en la vertiente norte (cuenca del Alberche), por los términos municipales de Navalunga, sur de San Juan de la Nava, El Barraco (Valle de Iruelas) y El Tiemblo. Los de la vertiente sur se encuentran situados en su gran mayoría dentro de los ZEC y ZEPA de, o bien “Sierra de Gredos” o bien “Valle del Tiétar”, mientras que en la vertiente norte lo hacen en su mayoría dentro de los de el “Valle de Iruelas” o “Cerro de Guisando”.

Así mismo, hay masas que quedan incluidas dentro del Parque Regional “Sierra de Gredos” y, en la zona este, dentro de la Reserva Natural “Valle de Iruelas”.

La inmensa mayoría de estas masas son de titularidad pública, pertenecientes a los respectivos ayuntamientos de cada municipio, catalogados como MUP y con el correspondiente Plan de Ordenación aprobado. También hay una pequeña parte de la superficie ocupada por estas masas forestales que son de titularidad privada.

En cuanto a sus características, se trata de los pinares de *Pinus pinaster* probablemente más productivos y de mejor calidad de toda la península, y en ellos se concentra gran parte de la actividad forestal de la provincia. Suelen ser masas regulares o semirregulares que, aunque siempre con predominancia de *Pinus pinaster*, es habitual que se encuentren en mezcla con *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Quercus pyrenaica* y/o *Castanea sativa*. Especialmente notable es el regenerado de estas dos especies de frondosas en muchos rodales de estos montes, lo que hace pronosticar masas con mayor mezcla de especies en el futuro, siempre que los gestores favorezcan (o no impidan) este proceso, tal y como se está haciendo actualmente por parte de la administración.

El impacto más dañino al que se ven sometidas estas masas y que con el cambio climático podría agravarse aún más es el de los incendios forestales. Recurrentemente se ven afectadas por los mismos y, en muchas ocasiones, se ha de recurrir a la regeneración artificial (con planta) para recuperar la cobertura arbórea. No obstante, es habitual que parte de la superficie previamente ocupada por el bosque no llegue a regenerarse, especialmente después de un GIF, quedando finalmente desarbolada total o parcialmente.

En cuanto al patrón de lluvias, no se ha notado una variación significativa de las mismas, al contrario que en otras zonas de la provincia, por lo que las sequías y su consecuente estrés hídrico sobre el arbolado parecen no ser un impacto que, por el momento, esté afectando a estas masas. Al contrario, lo que se percibe es un alargamiento del

periodo vegetativo otoñal, debido a la mayor persistencia de las condiciones de suavidad térmica propias de las primeras semanas del otoño, lo que probablemente esté detrás del incremento en el crecimiento anual individual de los pies que los gestores han constatado en los últimos años. No obstante, tampoco habría que descartar que detrás de este fenómeno esté, igualmente (reforzándolo), el incremento en la concentración de CO₂ de la atmósfera, que tiene como una de sus consecuencias el aumento de la tasa fotosintética de las plantas.

Respecto al aprovechamiento de estas masas, el mayor problema que presentan es la falta de un mercado apropiado que otorgue más valor a la producción, pues en general la mayor parte de esta va o bien a trituración para la fabricación de tableros o pellets, o bien a la industria del palé. Esto provoca que en ocasiones se alarguen los turnos de corta a la espera de dar salida al arbolado. También hay una parte de estas masas (pequeña en comparación con el resto) en la que se lleva a cabo la resinación, principalmente en las zonas bajas y llanas.

Pinares de la Tierra de Pinares

Comprenden las masas de pinares situadas en la cuenca del Alberche entre el este del término municipal de El Barraco y el extremo este de la provincia, entre Cebreros (al sur) y Peguerinos (al norte).

La mayor parte de estas masas se encuentran bajo la figura de protección de la ZEC y ZEPA “Pinares del Bajo Alberche”, mientras que el pinar de Peguerinos lo hace bajo la figura de la ZEC y ZEPA “Campo Azálvaro - Pinares de Peguerinos”, así como del Parque Natural “Sierra Norte de Guadarrama”. Pueden clasificarse estas masas, según su/s especie/s principales en:

- Masas de *Pinus pinaster*

Situadas en la mitad sur del término municipal de Las Navas del Marqués, extremo este del de San Bartolomé de Pinares y extremo norte del de El Hoyo de Pinares. Las de estos dos últimos municipios son en su inmensa mayoría de titularidad pública (de los respectivos ayuntamientos y declarados MUP), mientras que los de Las Navas del Marqués, por el contrario, son en su mayoría de titularidad privada, salvo una masa de algo menos de 700 ha perteneciente al ayuntamiento e igualmente declarada MUP.

Se trata de masas muy afectadas por el incremento tanto en duración como en intensidad de los periodos de sequía, lo que se traduce en un decaimiento general de *Pinus pinaster*, que muestra importantes problemas para la regeneración natural y que es cada vez más atacado por el muérdago y plagas como la procesionaria (*Thaumetopoea pityocampa*).

En ellas se está produciendo un importante proceso de colonización por parte de la encina, especie mejor adaptada a las condiciones cada vez más secas, que al menos en la parte pública de estos montes está siendo respetada, acompañando la gestión forestal a este proceso natural de cambio de especie, al menos parcial, en las masas. Por otra parte, actualmente en la parte privada de los montes de Las Navas del Marqués el aprovechamiento resinero está muy extendido, no siendo así en la parte pública.

- Masas de *Pinus pinea* y mixtas con *Pinus pinaster*

Se trata del conjunto de masas situadas a continuación de las descritas anteriormente en dirección sur. Se extienden por los términos municipales de El Hoyo de Pinares, Cebreros y el extremo este de San Bartolomé de Pinares. En El Hoyo de Pinares y San Bartolomé de pinares son en su inmensa mayoría de titularidad pública (de los ayuntamientos y catalogados como MUP), mientras que en Cebreros la mayor parte son de titularidad privada, habiendo no obstante algunas masas de titularidad pública catalogadas como MUP.

Se trata de masas que, al igual que las de *Pinus pinaster* comentadas anteriormente, se ven muy afectadas por las crecientes sequías. No obstante, *Pinus pinea* está mucho mejor adaptado a esta situación que *Pinus pinaster*, por lo que solo esta última especie muestra signos de decaimiento claro. Además, se está produciendo una fuerte regeneración de *Juniperus* spp (especialmente *Juniperus oxycedrus*) en muchas zonas, al igual que de encina, proceso que es respetado por parte de la administración forestal con su gestión y que evidencia la tendencia del clima de la zona hacia periodos más pronunciados de sequía. En el futuro, por lo tanto, es esperable que estas masas vayan constituyendo masas

mixtas de *Pinus pinea* con *Juniperus oxycedrus* y/o *Quercus ilex*, presentando además una forma principal de masa irregular, fruto de la propia dinámica natural de *Pinus pinea* (que tiende a la irregularidad, y a la que la gestión actual igualmente se va adaptando).

El aprovechamiento principal que se hace en estos montes es el del piñón, aprovechamiento que en la última década se ha visto comprometido por la plaga de chinche americana de las piñas (*Leptoglossus occidentalis*), especie invasora que, aunque no compromete al árbol en su conjunto, sí lo hace a su producción de piñones (como ha sucedido frecuentemente en los últimos años), y para la que las perspectivas siguen siendo de mucha incertidumbre.

○ Masas de *Pinus sylvestris* en Peguerinos

Se trata de un pinar de pino silvestre situado en las estribaciones occidentales de la sierra de Guadarrama, con funciones eminentemente protectoras frente a la erosión y reguladoras del ciclo hidrológico, al situarse en la cabecera de la subcuenca del río Cofio (cuenca del Alberche). Está situado dentro del Parque Natural “Sierra Norte de Guadarrama” y de la ZEC y ZEPA “Campo Azálvaro – Pinares de Peguerinos”.

La masa forestal se divide en tres montes de titularidad pública catalogados como MUP, cada uno perteneciente a una entidad distinta (ayuntamiento de Peguerinos el más grande, comunidad de la Ciudad y Tierra de Segovia el segundo en tamaño y ayuntamiento de Santa María de la Alameda, Madrid, el tercero).

En él se realizan aprovechamientos madereros que, como en el caso del resto de pinares de la provincia, en muchas ocasiones no otorgan el valor añadido que podrían, debido a la falta de una demanda fuerte de estos productos, en parte por la caída del sector de la construcción.

Tiene presencia de procesionaria, pero no a unos niveles que comprometan a la masa en si misma ni a su producción maderera.

Pinares de *Pinus sylvestris* del alto Tormes, Alberche y Adaja

Comprende esta categoría pinares situados al norte de la Sierra de Gredos, algunos de origen natural como el de Hoyocaserero (ZEC “Pinar de Hoyocaserero”) o plantados hace siglos, como el de Navarredonda de Gredos (probablemente plantado en el siglo XV o XVI con planta autóctona de la zona y parcialmente incluido dentro de la ZEC y ZEPA “Sierra de Gredos” y del parque regional “Sierra de Gredos”), así como otros pinares plantados en época reciente como los MUP Orzaduero y El Colmenar, en el entorno del Puerto del Pico e incluidos igualmente en los ZEC y ZEPA “Sierra de Gredos” así como en el parque regional de mismo nombre.

Así mismo, se incluyen dentro de esta categoría otras masas procedentes de repoblación forestal, muchas de carácter eminentemente protector, en el alto Tormes (entorno de El Barco de Ávila), en la cuenca del Alberche y en las sierras de La Serrota y la Paramera, además de otras de menor entidad situadas mayoritariamente en zonas montañosas de la provincia.

Algunas de estas masas tienen gran valor, no solo ambiental y protector si no también desde el punto de vista productivo, como es el caso del monte de Navarredonda de Gredos, el pinar de pino silvestre con mejores calidades de la provincia, pero cuya apreciada madera no encuentra una salida adecuada y actualmente se vende por unos precios muy inferiores a su valor real, dada la escasez de demanda actual para procesos de transformación de alto valor añadido.

En el caso de las masas privadas, uno de los problemas detectados es el estado de abandono de algunas de ellas, presentando unas elevadísimas espesuras por falta de tratamientos adecuados tras la repoblación inicial.

Enebrales de *Juniperus oxycedrus* y *Juniperus communis*

La primera especie (*Juniperus communis*) se circunscribe casi en su totalidad (como especie principal) a una masa de algo más de 2600 ha situada en la vertiente norte de la Sierra de la Paramera, en su mayor parte dentro del término municipal de Sotalbo, y una parte en el de Solosancho. Se trata de una masa irregular, de baja fracción de cabida cubierta (entre el 10 % y el 50 %) y ejemplares de bajo porte, situada en una zona de dura estación por las condiciones

climatológicas y de suelo y de función eminentemente protectora. También hay pequeñas masas de *Juniperus communis* en la comarca de El Barco de Ávila, en su mayoría dentro del término municipal de Tormellas.

En cuanto a *Juniperus oxycedrus*, forma extensas masas tanto puras como en mezcla (sobre todo con *Quercus ilex*) en la cuenca del Alberche, especialmente a lo largo del río de La Gaznata (donde también se mezcla con *Pinus pinaster*) en ambas laderas vertientes, estando estos montes incluidos dentro del área de protección de las ZEC y ZEPA “Pinares del Bajo Alberche”. También forma masas de relevancia al norte de Navalunga y del embalse del Burguillo, en los términos municipales de Navalmoral, San Juan de La Nava, El Barraco, Cebreros y El Tiemblo.

Son montes de titularidad privada casi en su totalidad, formando masas irregulares, de baja o mediana fracción de cabida cubierta y, en algunos casos, con arbolado relativamente joven. Su función es eminentemente protectora, habiendo experimentado una fuerte expansión en las últimas décadas, evidenciando su óptima adaptación a las condiciones ambientales y edafológicas de la zona, así como a las cada vez más frecuentes e intensos periodos de sequía.

Melojares (*Quercus pyrenaica*)

Son unas masas extendidas por toda la mitad sur de la provincia, pero especialmente notables en la comarca de El Barco de Ávila y el alto Tormes (algunos dentro del ZEC, ZEPA y parque regional “Sierra de Gredos”), al sur de la Sierra de Gredos por Candeleda y Poyales del Hoyo (algunos igualmente dentro del parque regional, ZEC y ZEPA “Sierra de Gredos”), en el cerro Guisando por Navahondilla (ZEC y ZEPA “Cerro de Guisando”), a lo largo de la Sierra de Piedrahita, La Serrota y la Sierra de Ávila, y en el entorno de La Cañada, Navalperal de Pinares y Las Navas del Marqués, al este de la Provincia (algunos dentro de la ZEC y ZEPA “Pinares del Bajo Alberche”).

Es una de las formaciones arboladas que más ha expandido su superficie de distribución en la provincia desde que se tienen los primeros datos en los años 1960 (la segunda, después de la encina), como se expuso en el apartado de análisis de la evolución de la superficie forestal. Actualmente se sigue constatando este proceso de fuerte expansión a lo largo de toda la vertiente norte de la Sierra de Gredos y el Alto Alberche, entre otras zonas.

En su mayoría se trata de masas en monte bajo o medio, muchas de ellas privadas y cuyo principal problema son las elevadas densidades que presentan, fruto de la escasa (cuando no nula) gestión de las mismas, lo que lleva a situaciones de estancamiento y elevada competencia, especialmente en aquellas masas que en el pasado fueron utilizadas como fuente de leña mediante su aprovechamiento en monte bajo.

Castañares

Masas en las que el castaño (*Castanea sativa*) conforma la especie principal se encuentran en las estribaciones orientales de la Sierra de Gredos, en los términos municipales de Navahondilla (ZEC y ZEPA “Cerro de Guisando”), El Tiemblo (“ZEC, ZEPA y reserva natural “Valle de Iruelas”), Casillas, Santa María del Tiétar y Sotillo de La Adrada (ZEC y ZEPA “Valle del Tiétar”). Así mismo, también hay castañares distribuidos a lo largo de toda la vertiente sur de la Sierra de Gredos (aunque más bien escasos y de pequeñas dimensiones), siendo especialmente notables en los términos municipales de Pedro Bernardo, Villarejo del Valle y Cuevas del Valle, en los alrededores del Puerto del Pico. Por último, hay pequeños bosquetes de castaño en la comarca de El Barco de Ávila, en la zona más baja de la cuenca del río Aravalle.

A pesar de la escasa superficie ocupada actualmente por estas masas, el castaño es una especie que está proliferando abundantemente en el sotobosque de los pinares situados al sur de la Sierra de Gredos, demostrando una gran capacidad para su expansión en estos montes, lo que hace pronosticar una mayor presencia de esta especie en el futuro de estas masas si la gestión forestal respeta este proceso natural de colonización.

La mayor parte de los castañares actuales presentan una estructura de monte bajo regular o semirregular, fruto de su aprovechamiento tradicional bajo esta forma fundamental de masa, aprovechando su gran capacidad de rebrote de cepa.

Bosques de ribera

Se encuentran especialmente bien conservados en el tramo alto del río Adaja (Valle Amblés), en el Corneja, el Tormes y el Alberche (ZEC “Riberas del Río Adaja y afluentes”, “Riberas del Río Tormes y afluentes” y “Riberas del Río Alberche y afluentes”).

Son en su mayoría masas mixtas, formadas por especies habituales en este tipo de formaciones como *Populus nigra*, *Alnus glutinosa*, *Salix* spp. o *Fraxinus angustifolia*. Su valor reside tanto en su labor protectora frente a fenómenos erosivos e inundaciones como en su función de refugio para multitud de especies de fauna y flora, muchas veces en zonas agrícolas donde representan el único hábitat silvestre capaz de albergarlas, así como en actuar a modo de corredores biológicos garantizando la conectividad de los distintos ecosistemas y las especies que los conforman.

Otras masas reseñables

Fresnedas (*Fraxinus angustifolia*) formando masas puras en la vertiente oeste de la Sierra de Piedrahíta y en el medio y bajo Alberche, así como en mezcla con *Quercus pyrenaica* y *Quercus ilex* sobre todo en la cuenca del Alberche, pero también en la Sierra de Piedrahíta, en la Comarca de El Barco de Ávila (junto a *Quercus pyrenaica*) y en la Sierra de la Paramera (junto a *Quercus ilex*). Se trata de una especie que actualmente está presentando una notable expansión.

Masas de cornicabra (*Pistacia terebinthus*) en el bajo Alberche, al este de El Tiemblo, de Cebreros y de El Hoyo de Pinares en mezclas con *Juniperus oxycedrus*, *Pinus pinea*, *Pinus pinaster*, *Quercus ilex*, *Quercus pyrenaica*, *Olea europaea* y bosques de ribera de sauces y alisos.

Masas de *Quercus pyrenaica* como especie principal en mezcla con *Quercus ilex* como especie secundaria en el Valle del Tiétar (sobre todo por la zona de Candeleda), en la comarca de El Barco de Ávila y, en menor medida, por Tierra de Pinares. En el caso inverso, masas de *Quercus ilex* como especie principal y *Quercus pyrenaica* como especie secundaria, en la Sierra de Ávila y en la comarca de El Barco de Ávila, encontrándose también en el Valle del Tiétar y en Tierra de Pinares.

Choperas de producción de *Populus x canadensis* (451 ha), distribuidas por toda la superficie provincial, si bien muy escasas en la cuenca del Alberche.

ANÁLISIS DE IMPACTOS OBSERVADOS ATRIBUIBLES AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS MASAS FORESTALES DE LA PROVINCIA

Se espera que el cambio climático tenga sobre las masas forestales de la región biogeográfica mediterránea (en la que se sitúa la provincia de Ávila) una serie de impactos negativos entre los que se encuentran, como más relevantes (Serrada et al., 2011):

- Reducción de la disponibilidad hídrica.
- Aumento de la virulencia de los incendios forestales.
- Expansión del área de actuación de plagas y enfermedades.
- Aumento en la intensidad de los aguaceros, la torrencialidad y los procesos erosivos.
- Mayor frecuencia de vendavales destructivos para las masas arboladas.
- Modificación de la fenología y fisiología de las especies forestales.

Estos impactos no tienen por qué actuar de un modo aislado, sino que las múltiples relaciones de causalidad y retroalimentaciones que se dan dentro de los distintos componentes de los ecosistemas forestales y entre estos y el clima pueden crear sinergias que hagan aumentar la vulnerabilidad de las masas (por ejemplo, unas mayores temperaturas y menores precipitaciones pueden crear un estrés hídrico sobre el arbolado que a su vez fomente la actuación de plagas y/o enfermedades sobre el mismo, por su estado de debilitamiento, al mismo tiempo que le haga más vulnerable ante un incendio por su menor contenido de humedad, fruto de dicho estrés hídrico).

Además, el proceso ya mencionado de cambio socioeconómico habido en el medio rural, con un abandono de muchos de los aprovechamientos tradicionales en algunas masas forestales, redunda en ocasiones en un aumento de la vulnerabilidad de las mismas frente a los impactos del cambio climático, por un aumento de la espesura que, además de incrementar la carga de combustible disponible, provoca un aumento de la competencia entre individuos que hace a su vez aumentar la mortalidad y reducir el vigor individual de los pies, haciéndoles más susceptibles a las plagas y enfermedades o a las sequías. Esto es especialmente aplicable a las masas de encina y melojo aprovechadas tradicionalmente en monte bajo para leña, que ahora presentan en muchos casos unas densidades excesivas.

En general, los impactos asociados al cambio climático pueden tener como consecuencia para las masas arboladas una pérdida en su estabilidad y estructura, en su composición específica, en su biomasa y/o en su capacidad para regenerarse, lo que a su vez puede implicar una pérdida parcial o total de algunos de los servicios ambientales (de aprovisionamiento, de regulación y mantenimiento y de ámbito cultural) que prestan, lo cual redunda en impactos sobre otros sectores interrelacionados con el forestal como pueden ser los recursos hidrológicos, la agricultura o la economía.

No obstante, el cambio climático también puede conllevar algunas modificaciones que desde ciertos puntos de vista pueden ser considerados como positivos, si bien estos, y especialmente en la biorregión mediterránea (una de las más afectadas por el cambio climático) suelen ser geográficamente muy localizados y de carácter temporal. Un ejemplo de ello es el aumento en la productividad de ciertas masas, que puede darse debido a un incremento de temperaturas y/o de precipitaciones que resulte beneficioso para ellas (FAO, 2013). En la península ibérica esto puede darse en algunas zonas montañosas, aunque hay que tener en cuenta que generalmente estas consecuencias que pueden ser vistas como positivas desde un punto de vista meramente productivo, también implican en muchos casos impactos negativos en aspectos como la biodiversidad o la proliferación de plagas y/o enfermedades.

Relacionado indirectamente con el cambio climático está el efecto “fertilizador” derivado del incremento en la concentración de CO₂ en la atmósfera (Franks et al., 2012), un impacto positivo a corto y medio plazo por el incremento en la productividad de las plantas fruto de su mayor tasa de asimilación de CO₂, que además de poder incrementar los rendimientos forestales y agrícolas también actúa como mecanismo amortiguador del cambio climático, pero que muestra un comportamiento no lineal, decreciendo a medida que aumenta la concentración de CO₂ por encima de ciertos niveles, y un límite de saturación por encima del cual la actividad fotosintética deja definitivamente de aumentar aunque la concentración de CO₂ lo siga haciendo (Franks et al., 2012), estando implicados mecanismos como la limitación en los nutrientes disponibles en el suelo, fundamentalmente nitrógeno y fósforo (Terrer et al., 2019), o la variación en la conductancia estomática (Franks et al., 2012).

A continuación, se hará un análisis de cuál es la situación actual de la provincia de Ávila respecto de algunos de los principales impactos asociados con el cambio climático.

Incendios forestales

Para el análisis de los incendios forestales se ha utilizado la estadística proporcionada por la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de Castilla y León para el período 1986-2019, y por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación para el período 1968-1985.

El análisis del número de incendios forestales totales para cada año muestra dos situaciones diferenciadas. Un primer periodo desde el inicio de la serie de datos (1968) hasta 1977, donde se mantiene un nivel estable de en torno a los 50 incendios anuales, y un segundo periodo que abarca desde 1978 y que llega hasta la actualidad, en el que la situación es la de una meseta (con dientes de sierra) que se mantiene estabilizada en torno a los 200 incendios anuales, si bien con un periodo álgido entre 1989 y 1995, donde solo se baja de los 200 incendios un año y donde se produce el máximo histórico de 396 incendios (1989).

Si nos atenemos a la superficie forestal quemada anualmente, podemos ver cómo tras un periodo inicial de relativamente baja incidencia (1968-1977) le sigue el periodo de mayor incidencia de la serie, que se da entre 1978 y 1986, en el cual solo hubo un año en que se bajó de las 3000 ha quemadas, y donde se produjo el máximo histórico de 1986 con 12829 ha. Para el resto de la serie, podemos hablar de un patrón en el que, a un año fatídico, en el cual se alcanzan o superan las 4000 ha quemadas, le siguen uno o dos años de relativa baja incidencia. No obstante, este patrón no es homogéneo y se producen periodos relativamente amplios de poca incidencia, como son los de 1991-1993, 1996-1999 y 2010-2016.

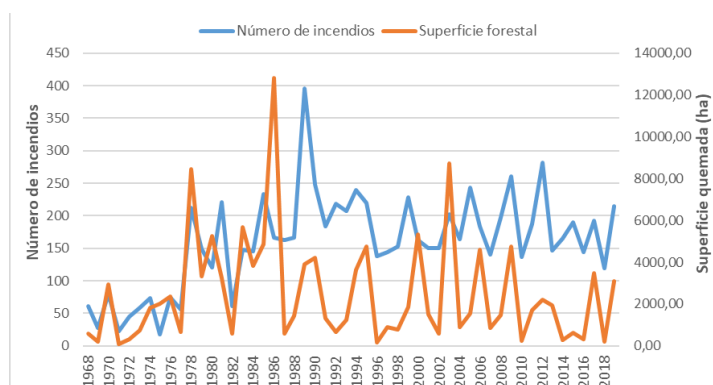


Figura 7. Evolución del número de incendios forestales y de la superficie afectada por los mismos anualmente en la provincia de Ávila entre 1968 y 2019. Fuentes: Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Sin embargo, hay que tomar con cautela los datos relativos al número de incendios registrados anualmente hasta la década de 1980, ya que podrían estar subestimados debido al hecho de que numerosos conatos e incendios de pequeñas dimensiones que actualmente se incluyen en las estadísticas no eran de la misma forma incluidos en aquellas fechas. Más cercana a la realidad sí que esté probablemente la cifra de superficie quemada anual de aquellos años, puesto que los incendios de cierta entidad, que son los que más contribuyen al acumulado total anual de superficie quemada, sí eran incluidos presumiblemente en su totalidad en la estadística de incendios forestales.

Podemos encontrar un indicio de esto comparando los periodos 1968-1977 y 2010-2018 que, presentando una superficie quemada bastante similar, incluso en la distribución interanual de esta, el número de incendios está sin embargo sistemáticamente un tercio por debajo en el primer periodo respecto del segundo, siendo el promedio en el primer periodo de en torno a 50 incendios anuales, mientras que en el segundo lo es de 170, aproximadamente.

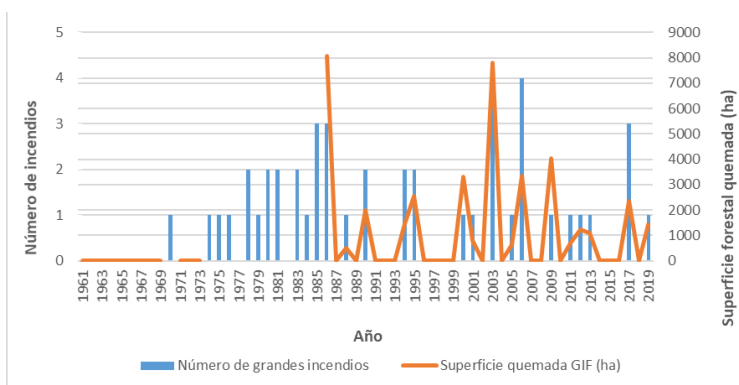


Figura 8. Número de Grandes Incendios Forestales acaecidos anualmente en la provincia de Ávila entre 1961 y 2019 y superficie forestal afectada por los mismos. Fuentes: Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Para los Grandes Incendios Forestales (GIF), que se definen como aquellos que igualan o superan las 500 ha de superficie quemada, se dispone de una serie de datos que abarca desde 1961 hasta 2019, si bien para el periodo 1961-1985 no está disponible la información relativa a la superficie quemada por este tipo de siniestros, y únicamente se cuenta con la información relativa a su número.

Antes de analizar los mismos, es interesante observar cómo, comparando los gráficos de superficie forestal quemada anualmente y superficie quemada por GIF, se observa una correlación clara entre estos, ya que los años en los que más superficie es afectada por este tipo de incendios coinciden con los años en los que más superficie es quemada entre todos los tipos de siniestros (salvo el año 1989), lo que da una idea de que son precisamente los GIF los incendios que más contribuyen al conjunto del área quemada anual. Para el periodo 1968-1985, pese a que no se dispone de los datos de superficie afecta por GIF, se puede establecer una correlación clara utilizando el número de estos y la superficie quemada anual, coincidiendo, por ejemplo, los repuntes de 1970 y 1974-1976 con años en los que hubo GIF, o los dos periodos con más superficie quemada de 1978-1981 y 1983-1986 con años especialmente afectados por los mismos.

Al analizar los datos, se observa un periodo inicial entre 1963 y 1977 de baja incidencia de GIF (4 en total), especialmente entre 1961 y 1973, en el que solo hay un GIF registrado (1970). Después de este periodo, sigue el de mayor incidencia de toda la serie, que se da entre 1978 y 1986 y en el que, salvo en 1982, hay GIF todos los años, con una media de 1,77 GIF anuales, habiendo hasta tres en 1985 y 1986.

Tras este periodo de más alta incidencia, sigue uno que podemos prolongar hasta la actualidad en el que no hay un patrón claro y los GIF se suceden alternativamente, con años de alta o moderada incidencia, y otros sin afectación por este tipo de incendios. Sí puede apreciarse cómo el periodo 2000-2009 es el que más incidencia acumula, tanto en número de GIF como en la superficie quemada por los mismos, mientras que otros periodos, como 1996-1999 o 2014-2016 se presentan enteramente libres de este fenómeno.

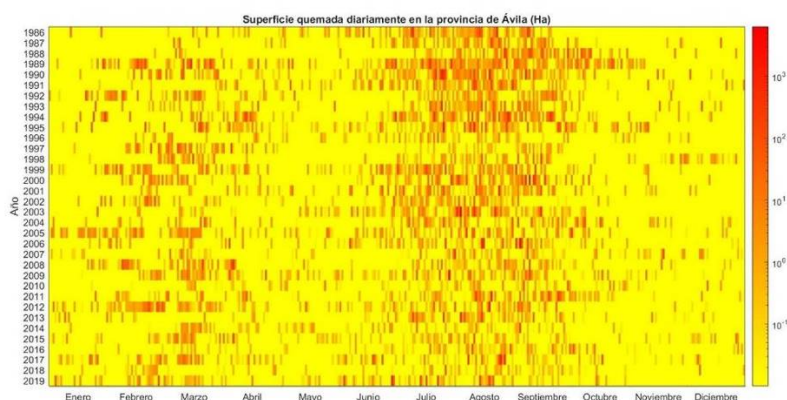


Figura 9. Gráfico de calor con la superficie forestal quemada diariamente en la provincia de Ávila entre 1986 y 2019. Fuente: Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León.

El gráfico de calor (Figura 54) revela el patrón anual de incidencia de los incendios forestales en la provincia, observándose claramente cómo hay **dos épocas de incendios bien diferenciadas. La primera podríamos situarla entre finales de enero o principios de febrero hasta mediados de abril, y la segunda, que se corresponde con la campaña de verano, abarca desde finales de junio hasta finales de septiembre.** No se observa un patrón claro de variación del fenómeno a lo largo del periodo estudiado en la campaña de invierno-primavera, mientras que en la de verano sí se observa una ligera disminución de la incidencia del fenómeno en los últimos 15 años, si bien hay que tener en cuenta que la serie comienza en 1986, en la época histórica de mayor superficie quemada por los incendios forestales.

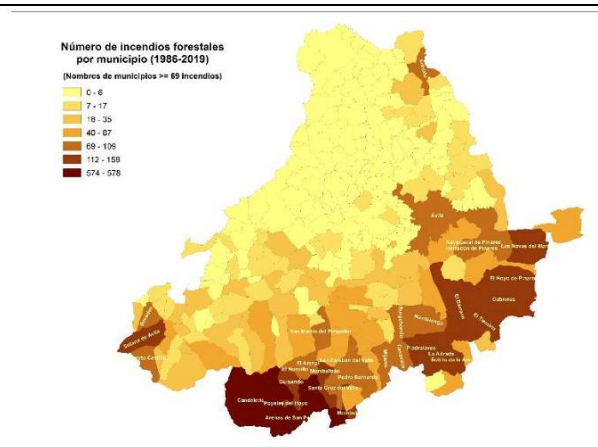


Figura 10. Número de incendios forestales acaecidos por municipio en la provincia de Ávila entre 1986 y 2019. Fuentes: Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

En cuanto a la distribución geográfica de los incendios forestales en el periodo 1986-2019 (Figuras 55 y 56), tanto en número como en superficie afectada los municipios de la mitad sur de la provincia son los más afectados, especialmente los situados en la vertiente sur de la Sierra de Gredos, alrededor de la Sierra de Béjar (comarca de El Barco de Ávila), Tierra de Pinares y zona oriental de la Sierra de la Paramera.

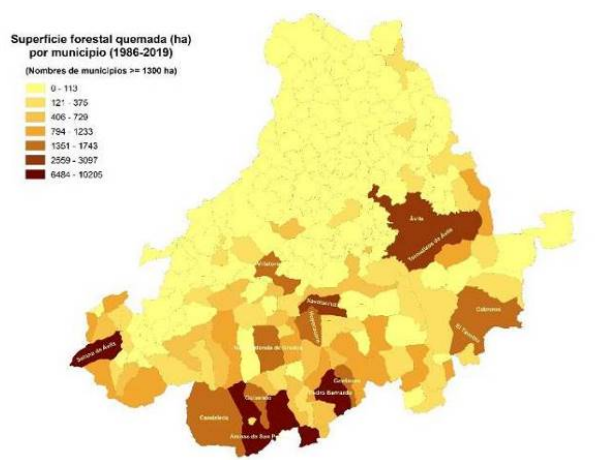


Figura 11. Superficie forestal de cada municipio afecta por incendios en la provincia de Ávila entre 1986 y 2019. Fuentes: Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

La distribución de causas de los incendios forestales en la provincia de Ávila a lo largo del periodo 1986-2019 (Figura 57) evidencia cómo la actividad del ser humano está detrás de, al menos, el 71 % de los incendios acaecidos (intencionados, por negligencias y por accidentes), mientras que son por causas naturales un 15 % (rayo y reproducción) y se desconoce el origen del 14 % del total. Estas cifras difieren de la media nacional en la mayor incidencia de los rayos (que se sitúa alrededor del 5 % en el conjunto del país) y la menor de los intencionados (algo por encima del 50 % en el conjunto nacional).

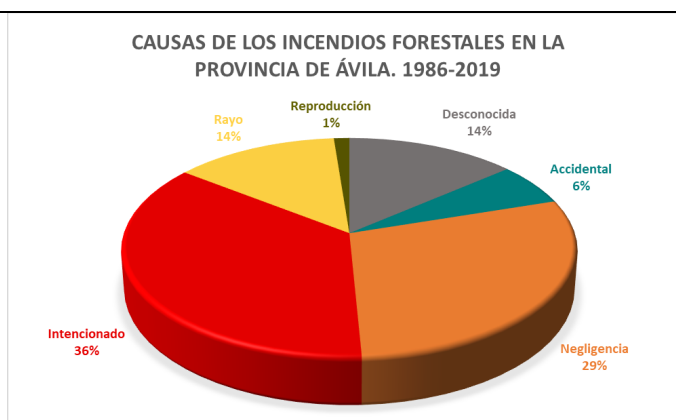


Figura 12. Contribución de cada causa al total de incendios forestales del periodo 1986-2019 en la provincia de Ávila. Fuentes: Estadística de incendios forestales de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León e Informes anuales “Los incendios forestales en España” 1968-2019 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

No obstante, si atendemos a la evolución de la causalidad de los incendios forestales a lo largo del mismo periodo (1986-2019, Figuras 58 y 59), se puede observar cómo en los últimos 15 años los incendios intencionados han aumentado su peso respecto a los años anteriores, pasando a representar el 45-50 % de los mismos y situándose como la primera causa a costa de las negligencias, que han visto disminuir su incidencia. Por otra parte, no se observa ninguna modificación en cuanto a la contribución de los incendios causados por rayos, mientras que los accidentales han aumentado ligeramente desde comienzos de la década de los 2000. No obstante, este leve aumento hay que tomarlo con cautela por la notable disminución de los incendios asignados como de causa desconocida a lo largo de las décadas de 1980 y 1990, que a partir de comienzos de los 2000 se sitúan en cifras por debajo del 2 %, dando cuenta de la mejoría habida en cuanto a la investigación de causas.

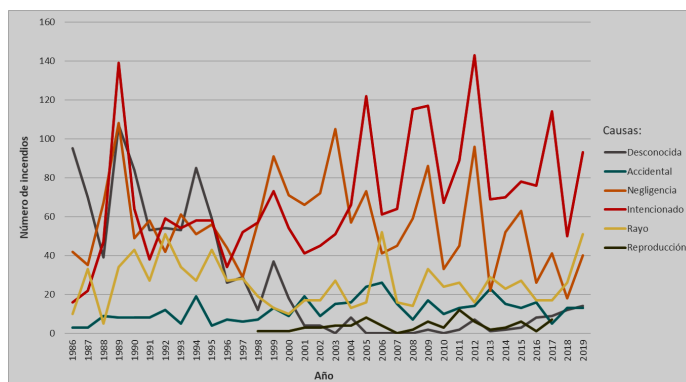


Figura 13. Evolución de las causas de los incendios forestales en la provincia de Ávila en el periodo 1986-2019. Fuentes: Estadística de incendios forestales de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León e Informes anuales “Los incendios forestales en España” 1968-2019 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

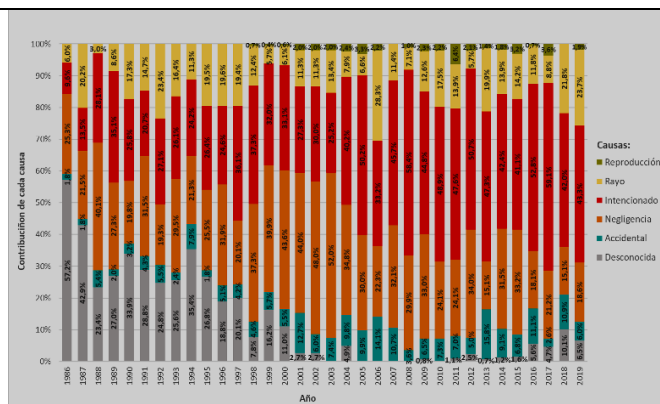


Figura 14. Evolución de la contribución de cada causa al total anual de incendios forestales de la provincia de Ávila en el periodo 1986-2019. Fuentes: Estadística de incendios forestales de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León e Informes anuales “Los incendios forestales en España” 1968-2019 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Los gestores forestales notan mucha **más intensidad y rapidez de propagación en los incendios forestales en los últimos años**, lo cual atribuyen al cada vez menor contenido en humedad de la vegetación, consecuencia directa del cada vez mayor estrés hídrico al que se ve sometida, fruto a su vez del incremento en intensidad y duración de los **períodos de sequía**. Además, esta disminución en el contenido de humedad de los combustibles forestales hace aumentar notablemente el riesgo de incendio debido a los rayos, puesto que se incrementa notablemente la probabilidad de que produzcan igniciones y, con ellas, incendio forestal (como así aseguran estar notando en los últimos años).

Así mismo, los gestores hacen notar que la **temporada de incendios de verano**, que hasta hace unas pocas décadas solía abarcar aproximadamente del 20 de julio al 15 de agosto, en la actualidad es habitual que comience a finales de junio (dependiendo del año) y se prolongue hasta mediados de octubre.

Evalutando todos los indicadores en su conjunto, podemos sacar una serie de **conclusiones**:

- En la provincia de Ávila **el fenómeno de los incendios forestales adquiere una relevancia destacable, y que continua hasta la actualidad, a partir de finales de la década de 1970**, teniendo en cuenta la ausencia de GIF en toda la década de 1960 y su escasez hasta finales de la de 1970, al igual que la relativamente baja superficie quemada anualmente en aquel periodo, si bien para 1961-1967 no disponemos de esta información (aunque la ausencia de GIF hace pensar en una baja superficie afectada).
- El periodo 1978-1986 se revela como el de mayor incidencia del fenómeno, tanto en superficie quemada como en el número de grandes incendios forestales.
- Desde entonces, no puede hablarse de un patrón claro ni de descenso ni de aumento del número de incendios forestales, tampoco del de los GIF, si bien, y con muchas precauciones, puede hablarse de un ligero descenso en cuanto a la superficie afectada anualmente desde el año 2010.
- Todo apunta a que es el cambio sociológico de gran calado ocurrido especialmente a partir de los años 1960 y sus consecuencias en el medio forestal lo que explica el fenómeno de auge de los incendios forestales a partir de finales de la década de 1970, y que continua hasta la actualidad, al haber aumentado notablemente tanto la superficie forestal como la carga de combustible presente en ella por la desaparición de buena parte de los aprovechamientos asociados.
- A parte de las causas socioeconómicas y demográficas, **el cambio climático parece estar jugando ya un papel notable en el fenómeno de los incendios forestales**. Por un lado, los más prolongados e intensos periodos de sequía, que hacen disminuir notablemente el contenido de humedad de la vegetación que ha de hacer de combustible, tienen como consecuencia tanto el incremento en el riesgo de ignición, como en la intensidad y velocidad de propagación de los incendios una vez que han prendido. Asimismo, estos periodos cada vez más prolongados de condiciones ambientales secas y cálidas hacen aumentar notablemente la duración de la temporada de incendios.

Plagas, enfermedades y otros daños

Para evaluar el impacto de plagas, enfermedades y otros daños se ha tomado como fuente de datos el Informe de la Red de Seguimiento de Daños en los Bosques de Castilla y León del año 2019. Es esta una información que se refiere al conjunto de la Comunidad Autónoma, por lo que podría dar cuenta de procesos que no se están dando en Ávila o que lo están haciendo en un grado diferente, mayor o menor. No obstante, dado que las especies forestales en las que más se centra son de gran relevancia para la provincia (*Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, *Quercus pyrenaica* y *Pinus pinea* representan el 83 % de los árboles evaluados, siendo únicamente la encina la especie de importancia para la provincia sobre la que el informe no centra su atención), y que hay en la provincia dos parcelas evaluadas para cada especie del género *Pinus* comentadas en las que son la especie principal, además de una de castaño, se considera que la información que proporciona puede servir como guía para la tendencia de las masas provinciales.

Uno de los parámetros utilizados para evaluar el estado fitosanitario de las masas forestales es el grado de defoliación de las mismas. Como puede observarse en la Figura 17, para el conjunto de las masas estudiadas en Castilla y León este se ha mantenido en un nivel estable en torno al 25 % (media regional sin cortas), si bien con un primer periodo de descenso desde que se comenzaron a hacer prospecciones en el año 2002 hasta el 2008, posteriormente seguido de uno de incremento hasta los años 2012 y 2013 en que alcanza su máximo y, desde entonces, mantenido estable ligeramente por debajo de los niveles alcanzados en aquellos años hasta la actualidad. No obstante, **hay que tener en cuenta que una defoliación del 25 % es considerado como propio de masas con un estado fitosanitario apenas saludable.**

Sin embargo, si evaluamos la intensidad media de daño podemos advertir que esta presenta una tendencia claramente al alza en los 18 años estudiados, lo que sugiere que se está acentuando el grado de afectación de los diversos agentes sobre el arbolado.



Figura 15. Evolución de la defoliación media regional e intensidad media de daño entre 2002 y 2019. Fuente: Redes de Seguimiento de Daños en los Bosques de Castilla y León – Redes de Rango I & Rango II. Informe 2019 (Junta de Castilla y León, 2019b).

Si observamos cuales de estos agentes son los que más están incrementando su intensidad media de daño (Figura 61), vemos que hay dos que destacan: los daños producidos por agentes abióticos (entre los que el estrés hídrico es el más determinante) y los derivados de la competencia entre el arbolado. Ambos se pueden relacionar respectivamente con los cambios inducidos por el cambio climático (si bien tomando todas las precauciones necesarias) y con los provocados a consecuencia del cambio sociológico y el descenso en los aprovechamientos de ciertas masas.

No obstante, si en vez de en la evolución temporal de la intensidad media de daño de cada agente nos fijamos en cuáles de estos son los que más aportan al total, tenemos que son los daños causados por plagas, enfermedades y fanerógamas parásitas, agentes abióticos, daños derivados de la competencia entre el arbolado y daños provocados por el ser humano (estos en menor medida) los que más importancia revisten.

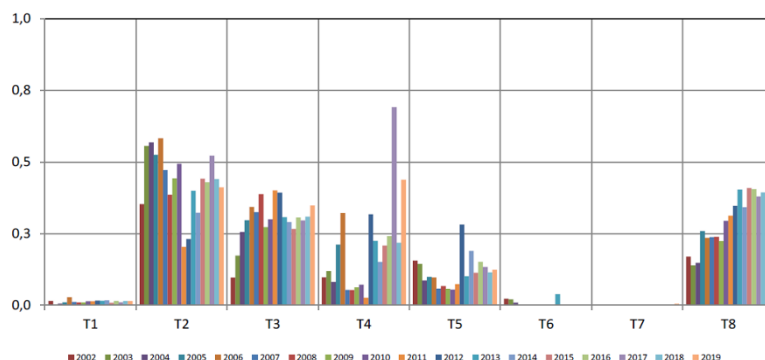


Figura 61. Evolución de las intensidades medias de daño regional según tipos de agentes. T1: animales vertebrados y pastoreo. T2: insectos y ácaros. T3: hongos, bacterias, virus y fanerógamas parásitas. T4: agentes abióticos (estrés hídrico, altas temperaturas, falta o escasez de suelo, nieve, viento, granizo, heladas tardías, rayos). T5: ser humano (apeo de árboles, daños durante el aprovechamiento, resinación). T6: incendios forestales. T7: agentes contaminantes locales o regionales. T8: otros daños (competencia, falta de iluminación, interacciones físicas entre el arbolado). Fuente: Redes de Seguimiento de Daños en los Bosques de Castilla y León – Redes de Rango I & Rango II. Informe 2019 (Junta de Castilla y León, 2019b).

En el caso de las nueve parcelas situadas en la provincia de Ávila (Tabla 14), cinco de ellas presentaron en el año 2019 un grado de defoliación superior al 30 %, de las cuales una, situada en el pinar de Hoyocasero (*Pinus sylvestris*), quedó cercana al 50 % (47,5 %). Estos datos, si bien no pueden extrapolarse al resto de la provincia por el escaso número de parcelas de muestreo, sí que dan una pista respecto al estado fitosanitario que muestran algunas de las masas provinciales, que como puede observarse, no es bueno en general.

Tabla 14. Puntos de muestreo evaluados en 2019 en la provincia de Ávila. Ubicación, especie principal y defoliación media de la misma. Fuente: Redes de Rango I y Rango II de Seguimiento de Daños en los Bosques de Castilla y León, Informe 2019. Junta de Castilla y León.

Provincia	Punto	Término Municipal	Coordenadas UTM*		Especie principal	Defoliación media (%)
			X	Y		
Ávila	05022.1.B	El Barraco	365.150	4.470.101	<i>Pinus sylvestris</i>	24,6
	05022.2.B	El Barraco	364.780	4.474.130	<i>Pinus pinaster</i>	30,0
	05057.1.A	Cebrenos	379.979	4.480.264	<i>Pinus pinea</i>	31,7
	05072.1.A	Espinosa de los Caballeros	359.020	4.541.996	<i>Pinus pinea</i>	33,8
	05100.1.B	El Hornillo	318.413	4.459.346	<i>Pinus pinaster</i>	23,1
	05101.1.B	Hoyocasero	331.648	4.472.879	<i>Pinus sylvestris</i>	47,5
	05101.2.B	Hoyocasero	331.137	4.472.830	<i>Pinus sylvestris</i>	30,8
	05184.1.AB	Peguerinos	397.800	4.498.931	<i>Pinus sylvestris</i>	25,6
	05221.1.A	Santa Cruz del Valle	330.836	4.457.041	<i>Castanea sativa</i>	28,8

En el conjunto de la comunidad autónoma, los dos agentes bióticos que más han incrementado su incidencia en los años estudiados y que mayor impacto tienen sobre la salud de las masas forestales en su conjunto son la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*, insecto defoliador de pináceas) y el múerdago (*Viscum album*, fanerógama parásita tanto de coníferas como de frondosas), responsables ambos de buena parte de las afecciones moderadas y graves que se registraron en el último año dentro de sus correspondientes grupos de tipo de daño.

Sobre la primera (*Thaumetopoea pityocampa*), la especie a la que más afectó en cuanto a número de pies fue *Pinus pinea*, seguida de *Pinus nigra* y *Pinus pinaster*, con daños significativos en las tres especies, sobre todo en la primera, mientras que *Pinus sylvestris* se vio poco afectado tanto en número de pies como en intensidad de daño. Como puede verse en la Figura 62, desde el año 2012 hay un incremento constante en la afectación de las masas forestales por este insecto, incrementándose tanto el número de pies que se ven afectados por él, que ya sobrepasa el 15 %, como la defoliación y la intensidad media de daño, que se sitúan en el último año por encima del 30 % para la primera y en torno al 40 % para la segunda.

No obstante, si bien el mayor debilitamiento general del arbolado fruto de los más frecuentes e intensos periodos de sequía puede tener relación con este incremento, hay que tener en cuenta también el cese de los tratamientos aéreos para el control de esta plaga a partir del año 2011, que se realizaban mayoritariamente en los pinares de las llanuras del centro de la Comunidad y que son precisamente estas masas las que mayores afectaciones presentan. En la provincia de Ávila, los pinares más afectados son las masas de pino piñonero de la zona de Arévalo, presentando una abundancia alta de este insecto.

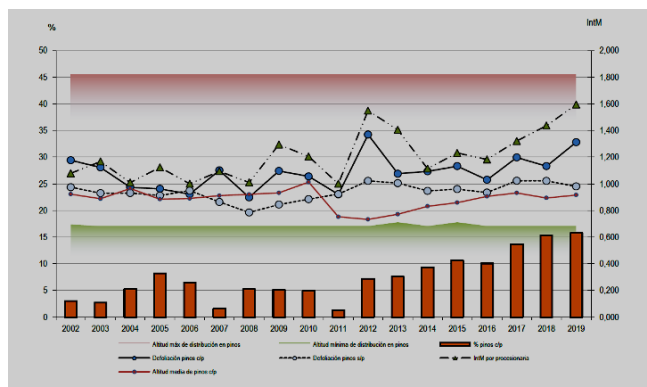


Figura 62. Evolución en la incidencia regional de la procesionaria del pino. Fuente: Redes de Rango I y Rango II de Seguimiento de Daños en los Bosques de Castilla y León, Informe 2019. Junta de Castilla y León.

Viscum album, por su parte, está experimentando un incremento notable en su abundancia desde que se vienen tomando datos (año 2002), afectando principalmente a *Pinus pinaster* y *Pinus sylvestris* (Figura 63), si bien con una intensidad mayor en la primera. *Pinus pinaster* se ve afectada fundamentalmente en las llanuras arenosas del centro de la Comunidad, mientras que *Pinus sylvestris* lo está haciendo en el Sistema Ibérico y en la Sierra de Guadarrama. Si bien el pico máximo de abundancia se registró en ambas especies entre los años 2011 y 2013, desde entonces el muérdago sigue presentando cifras elevadas y ligeramente al alza tanto en abundancia como en intensidad media de daño.

Las zonas de la provincia de Ávila más afectadas son, en correspondencia con el resto de la Comunidad Autónoma, los pinares de *Pinus pinaster* de la zona de Arévalo y los de *Pinus sylvestris* del Alto Alberche y Sierra de Guadarrama (pinar de Peguerinos).

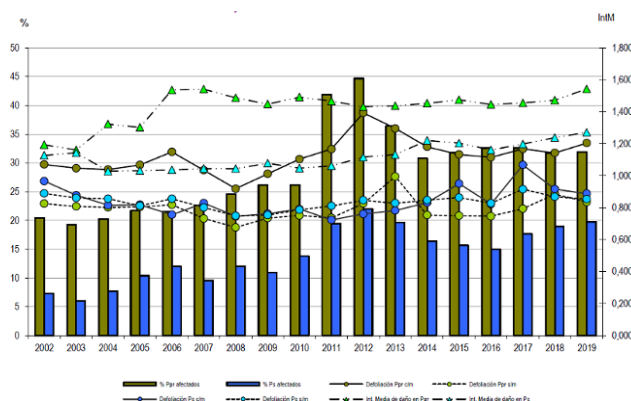


Figura 63. Evolución en la incidencia regional del muérdago en el pino silvestre y negral (*Pinus pinaster*). Fuente: Redes de Seguimiento de Daños en los Bosques de Castilla y León – Redes de Rango I & II. Informe 2019 (Junta de Castilla y León, 2019b).

Si nos fijamos en la evolución del estado fitosanitario de las cuatro especies de importancia para la provincia de Ávila (Figuras 64 a 71) que evalúa el informe (*Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster*, *Pinus pinea* y *Quercus pyrenaica*), podemos observar cómo en la mayoría de los casos se repite el patrón descrito para el conjunto de las formaciones arboladas, manteniéndose estable o ligeramente al alza el grado de defoliación mientras que la intensidad media de daño aumenta. Solo *Quercus pyrenaica* mantiene ambos niveles, defoliación y daño, estables a lo largo de la serie, no

habiendo por tanto un empeoramiento o mejora de su situación fitosanitaria general (el registro del año 2014 anómalamente alto se debe a la época tardía de realización del muestreo, por lo que debe descartarse).

Las principales diferencias entre las especies vienen de cómo se reparte la intensidad media de daño entre los distintos agentes, y la evolución de estos en el tiempo. Así, mientras que en *P. sylvestris*, *P. pinaster* y *Q. pyrenaica* los daños derivados de unas densidades excesivas (daños T8) han ido claramente en aumento a lo largo de los 18 años de registros, en *P. pinea* se han mantenido siempre en unos niveles muy bajos (si bien muy ligeramente en aumento), consecuencia presumiblemente de las bajas densidades que tanto de forma natural como a través de la gestión forestal habitual de esta especie se suelen mantener, y no representando en ningún caso un daño significativo para las masas.

Con los daños por agentes abióticos (daños T4), relacionados en gran parte con situaciones de estrés hídrico (también falta de suelo o altas temperaturas), en las cuatro especies se puede observar cómo la primera década de estudio fue más benigna que la segunda, si bien lo característico de este tipo de daños es su carácter anual y regionalizado, por lo que cada especie presenta sus grandes picos de daños por sequía, muchas veces en años diferentes por su diferente distribución geográfica dentro de la Comunidad Autónoma. No obstante, las dos especies estudiadas más afectadas por este fenómeno son *P. pinaster* y *P. pinea*, si bien no hay que olvidar que *Quercus ilex*, con el fenómeno de “la seca”, es otra de las especies más perjudicadas, aunque esta patología no solo está relacionada con el estrés hídrico.

En cuanto a las plagas (daños T2), *P. pinea* es la única especie de las 4 que muestra un claro aumento en la segunda mitad del registro respecto al primero (fenómeno asociado al incremento de la procesionaria), mientras que *P. sylvestris* se mantiene con un nivel de daños estable y *P. pinaster* ha disminuido su afectación respecto a la primera década de estudio, manteniéndose en un nivel estable en la segunda. *Q. pyrenaica* también muestra menores daños en la segunda mitad del registro respecto a la primera, estando estos asociados con diversos insectos defoliadores.

Las enfermedades y fanerógamas parásitas (daños T3) muestran un aumento constante en *P. pinaster* a lo largo de todo el periodo estudiado, asociado al incremento del muérdago, mientras que en *P. sylvestris* a un primer periodo de incremento le sigue uno de estabilización en los niveles máximos alcanzados, estando estos daños también asociados a la acción del muérdago. En *P. pinea* se aprecia un claro descenso desde los valores de los primeros años de estudio a los de la última década, estando los daños del primer periodo asociados con el hongo foliar *Thyriopsis halepensis* y el cortical *Phellinus pini*. En *Q. pyrenaica*, tras una primera curva de ascenso y posterior descenso, en los últimos cinco años se está registrando un nuevo incremento en este tipo de daños, asociados en su mayoría con los hongos *Apiognomonina* sp. y *Microsphaera alphitoides*.

Los daños que se refieren como debidos a la acción directa del hombre (daños T5) se detectan fundamentalmente en *P. pinaster* y están asociados en su mayoría a la actividad de la resinación, así como en menor grado al marcaje o señalamiento para cortas y a los daños derivados del derribo y saca de los árboles apeados sobre los remanentes, estos dos últimos daños también registrados en *P. sylvestris*. En *P. pinaster* puede apreciarse cómo el incremento en el aprovechamiento de la resina que se dio a partir del año 2011 ha hecho aumentar notablemente este tipo de daños.

Por lo tanto, aunque la tendencia general para el conjunto de las especies evaluadas es a aumentar gradualmente la intensidad media de daño, esta se reparte de manera desigual por tipología y especie estudiada, por lo que no se puede hablar de empeoramientos o de mejoras respecto a un determinado agente de manera generalizada para todas las especies y en todas las ubicaciones, sino que se hace necesario ponerlo en relación con ambas.

No obstante, hay un agente de daño cuya tendencia sí que está más próxima a poderse generalizar (sin ser ello posible totalmente): el de los agentes abióticos, especialmente el estrés hídrico y las altas temperaturas, que registra una tendencia al alza en las cuatro especies estudiadas y que podría estar en relación directa con los cambios inducidos por el cambio climático en la región biogeográfica mediterránea. Esta tendencia concuerda con lo observado por los gestores forestales, que indican una mayor incidencia de los fenómenos de sequía, especialmente en la comarca de Tierra de Pinares, en los montes de Arévalo y en los encinares y dehesas del centro de la provincia y del valle del Tiétar, y que probablemente están contribuyendo de manera notable en fenómenos observados como el decaimiento generalizado de *Pinus pinaster* o “la seca” de la encina. No obstante, hay excepciones, y zonas concretas como la vertiente sur de la Sierra de Gredos no se ven afectadas por el momento por este fenómeno.

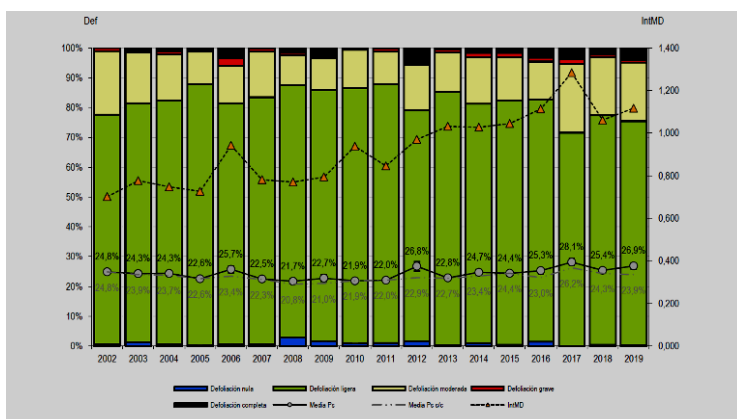


Figura 64. Evolución de la defoliación media regional con y sin cortas, de las clases de defoliación y de la intensidad media de daño en *Pinus sylvestris*. Fuente: Redes de Seguimiento de Daños en los Bosques de Castilla y León – Redes de Rango I & Rango II. Informe 2019 (Junta de Castilla y León, 2019b).

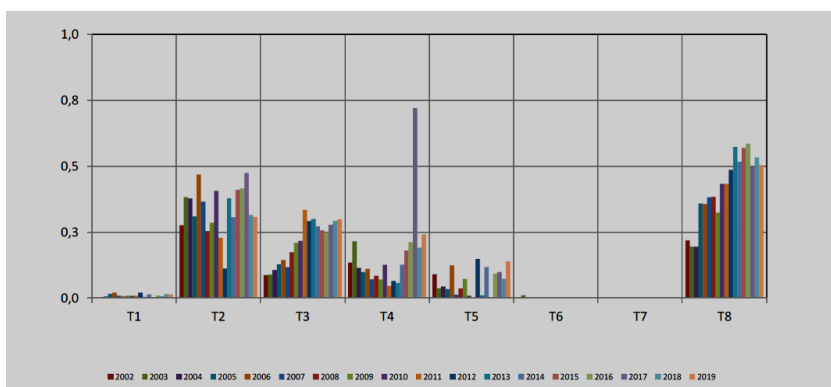


Figura 65. Evolución de las intensidades medias de daño según tipos de agentes en *Pinus sylvestris*. T1: animales vertebrados y pastoreo. T2: insectos y ácaros. T3: hongos, bacterias, virus y fanerógamas parásitas. T4: agentes abióticos (estrés hídrico, altas temperaturas, falta o escasez de suelo, nieve, viento, granizo, heladas tardías, rayos). T5: ser humano (apeo de árboles, daños durante el aprovechamiento, resinación). T6: incendios forestales. T7: agentes contaminantes locales o regionales. T8: otros daños (competencia, falta de iluminación, interacciones físicas entre el arbolado). Fuente: Redes de Seguimiento de Daños en los Bosques de Castilla y León – Redes de Rango I & Rango II. Informe 2019 (Junta de Castilla y León, 2019b).

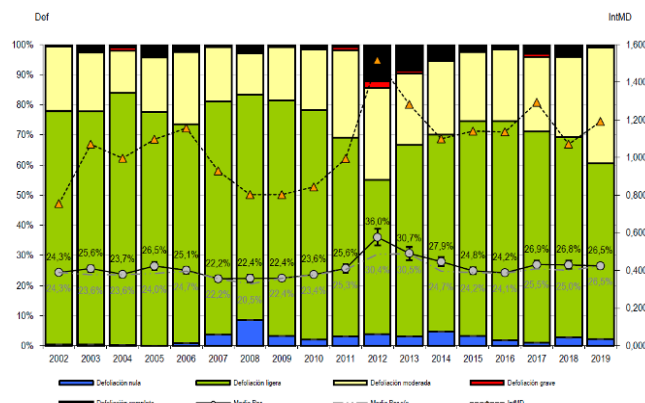


Figura 66. Evolución de la defoliación media regional con y sin cortas, de las clases de defoliación y de la intensidad media de daño en *Pinus pinaster*. Fuente: Redes de Seguimiento de Daños en los Bosques de Castilla y León – Redes de Rango I & Rango II. Informe 2019 (Junta de Castilla y León, 2019b).

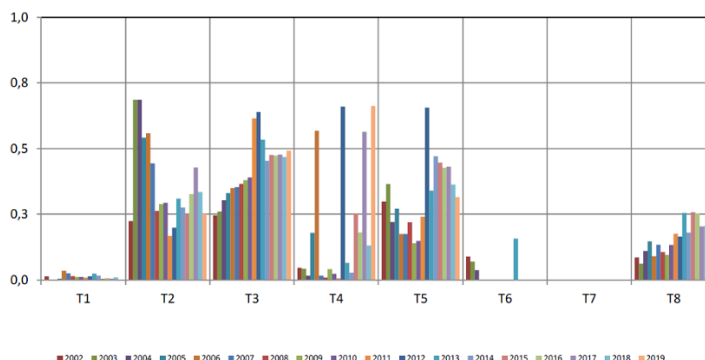


Figura 67. Evolución de las intensidades medias de daño según tipos de agentes en *Pinus pinaster*. T1: animales vertebrados y pastoreo. T2: insectos y ácaros. T3: hongos, bacterias, virus y fanerógamas parásitas. T4: agentes abióticos (estrés hídrico, altas temperaturas, falta o escasez de suelo, nieve, viento, granizo, heladas tardías, rayos). T5: ser humano (apeo de árboles, daños durante el aprovechamiento, resinación). T6: incendios forestales. T7: agentes contaminantes locales o regionales. T8: otros daños (competencia, falta de iluminación, interacciones físicas entre el arbolado). Fuente: Redes de Seguimiento de Daños en los Bosques de Castilla y León – Redes de Rango I & Rango II. Informe 2019 (Junta de Castilla y León, 2019b).

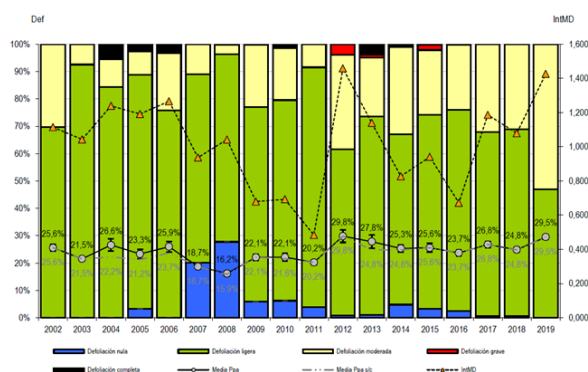


Figura 16. Evolución de la defoliación media regional con y sin cortas, de las clases de defoliación y de la intensidad media de daño en *Pinus pinea*. Fuente: Redes de Seguimiento de Daños en los Bosques de Castilla y León – Redes de Rango I & Rango II. Informe 2019 (Junta de Castilla y León, 2019b).

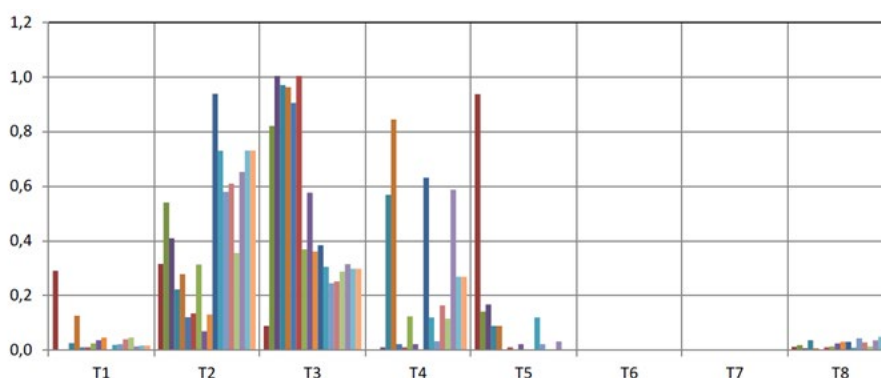


Figura 17. Evolución de las intensidades medias de daño según tipos de agentes en *Pinus pinea*. T1: animales vertebrados y pastoreo. T2: insectos y ácaros. T3: hongos, bacterias, virus y fanerógamas parásitas. T4: agentes abióticos (estrés hídrico, altas temperaturas, falta o escasez de suelo, nieve, viento, granizo, heladas tardías, rayos). T5: ser humano (apeo de árboles, daños durante el aprovechamiento, resinación). T6: incendios forestales. T7: agentes contaminantes locales o regionales. T8: otros daños (competencia, falta de iluminación, interacciones físicas entre el arbolado). Fuente: Redes de Seguimiento de Daños en los Bosques de Castilla y León – Redes de Rango I & Rango II. Informe 2019 (Junta de Castilla y León, 2019b).

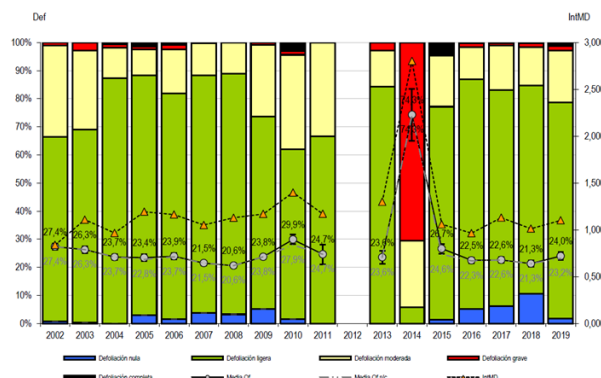


Figura 70. Evolución de la defoliación media regional con y sin cortas, de las clases de defoliación y de la intensidad media de daño en *Quercus pyrenaica*. Fuente: Redes de Seguimiento de Daños en los Bosques de Castilla y León – Redes de Rango I & Rango II. Informe 2019 (Junta de Castilla y León, 2019b).

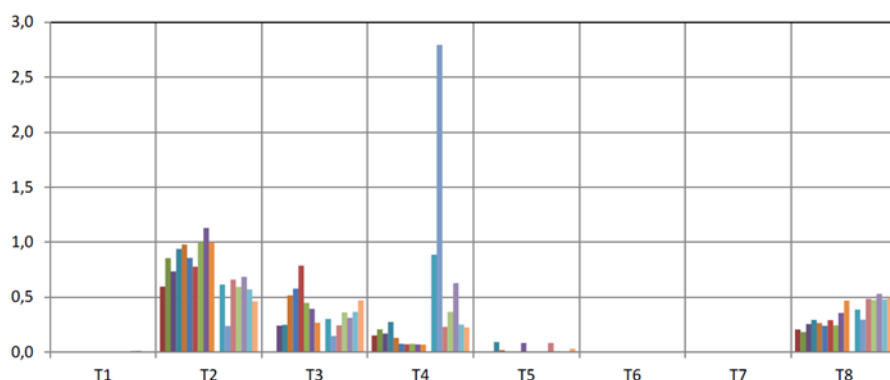


Figura 18. Evolución de las intensidades medias de daño según tipos de agentes en *Quercus pyrenaica*. T1: animales vertebrados y pastoreo. T2: insectos y ácaros. T3: hongos, bacterias, virus y fanerógamas parásitas. T4: agentes abióticos (estrés hídrico, altas temperaturas, falta o escasez de suelo, nieve, viento, granizo, heladas tardías, rayos). T5: ser humano (apeo de árboles, daños durante el aprovechamiento, resinación). T6: incendios forestales. T7: agentes contaminantes locales o regionales. T8: otros daños (competencia, falta de iluminación, interacciones físicas entre el arbolado). Fuente: Redes de Seguimiento de Daños en los Bosques de Castilla y León – Redes de Rango I & Rango II. Informe 2019 (Junta de Castilla y León, 2019b).

Reducción de la disponibilidad hídrica

El análisis hidrológico de aguas superficiales muestra que se está estableciendo un patrón de caudales menguantes durante los meses de finales de la primavera y el verano en las cuencas de los ríos Alberche y Tormes. Esto tiene una repercusión directa sobre las masas forestales establecidas en dichas cuencas, pues significa que su disponibilidad hídrica durante estos meses cruciales es cada vez menor, lo que puede repercutir en un debilitamiento general de las masas que traiga consigo un aumento de su vulnerabilidad frente a otros impactos como plagas y enfermedades o incendios, así como un aumento de la mortalidad directamente asociado a este incremento del estrés hídrico. También puede inducir cambios fenológicos y fisiológicos en algunas especies tratando de adaptarse a la nueva situación.

El análisis hidrológico también muestra que, aunque a nivel anual no existe un patrón estadísticamente significativo en cuanto a disminución del recurso hídrico, sí que se ha detectado una tendencia negativa del mismo en las tres cuencas estudiadas (Adaja, Alberche y Tormes), lo que, junto con el patrón antes mencionado de disminución durante los meses de finales de primavera y verano, debe poner sobre alerta a los gestores forestales de cara a la adaptación de las masas a esta nueva realidad.

Torrencialidad

El análisis hidrológico de aguas superficiales muestra que, en las cuencas de los ríos Alberche y Adaja se está produciendo un cambio en el patrón de los fenómenos de torrencialidad, disminuyendo ésta en los meses de finales de primavera y principios de verano y aumentando en los de finales del verano y principios del otoño, notándose este aumento de otoño igualmente en la cuenca del río Tormes.

Estos cambios en la torrencialidad tienen su origen en modificaciones del patrón de lluvias, pero hay que tener en cuenta que la superficie ampliamente deforestada de la cabecera de estas tres cuencas hidrográficas influye en los picos de torrencialidad registrados, pudiendo ser menores si una mayor cubierta arbórea hiciera disminuir la escorrentía generada, aumentando asimismo la infiltración y, en todo caso, ralentizando la llegada de agua hacia los cauces, teniendo como efectos últimos la reducción del pico de caudal y el mejor aprovechamiento del agua recibida.

5.6. Energías renovables

Energía Solar

España es el país europeo con más horas de luz solar plena, con 2500-3000 horas de luz solar al año (una media de 8.2 horas al día). Este valor destaca frente a la media europea, que está entre 1600 y 1800 horas de luz solar al año, en torno a 4.7 horas de luz solar al día. Este es el motivo por el cual el aprovechamiento del recurso solar se presenta como una solución clave de cara a la minimización de la generación de energía basada en combustibles fósiles.

Dependiendo del sistema de aprovechamiento que se instale, se puede hablar de energía solar térmica y de energía solar fotovoltaica. La primera tiene como principal uso el calentamiento de un fluido, que posteriormente puede dedicarse a calefacción, calentamiento de agua para usos residenciales e industriales, y también para generación de energía eléctrica. Por su parte, la energía solar fotovoltaica se genera con paneles de silicio, cuya superficie se activa con la incidencia de radiación solar, y esta activación genera energía eléctrica. Los paneles fotovoltaicos son instalados tanto en instalaciones pequeñas de autoconsumo, como agrupados en gran número para su contribución a la red eléctrica, en grandes instalaciones solares.

Dentro de España se distinguen 5 zonas climáticas en función de la radiación solar recibida (Figura 72). La provincia de Ávila se sitúa en las zonas III y IV, con radiación solar diaria entre 4.2 y 4.6 kWh/m² (zona III) y 4.6 y 5 kWh/m² (zona IV); esto es una radiación solar anual entre 1533 y 1679 kWh/m² (zona III) y entre 1679 y 1825 kWh/m² (zona IV).

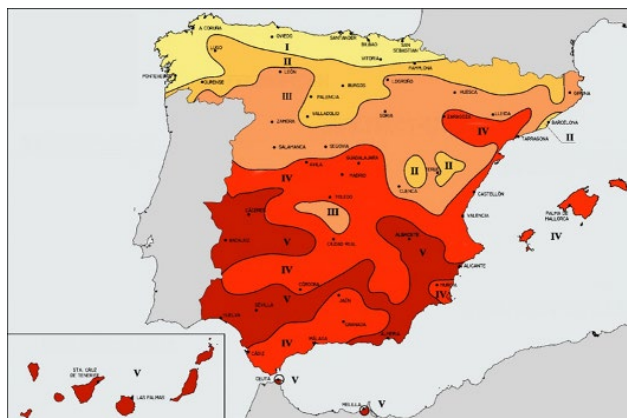


Figura 72. Zonas climáticas en España, en base a la radiación solar recibida. Fuente: CTE (Código Técnico de la Edificación).

Para el análisis detallado de la radiación solar en la provincia de Ávila se ha recurrido al modelo matemático de radiación solar PVGIS (PhotoVoltaic Geographic Information System). Se trata del modelo generado por la Comisión Europea, con especial desarrollo para el cálculo del potencial solar en este territorio. Para el cálculo de la radiación y el potencial solar en cada punto, con resoluciones anual, mensual y horaria, se parte de datos históricos de radiación medidos en 560 estaciones distribuidas por toda Europa, de los últimos 30 años. Asimismo, se incorporan los datos meteorológicos de radiación solar y datos atmosféricos de cobertura nubosa, que afectan tanto a la relación entre radiación solar directa y radiación solar difusa, como a la absorción de parte de la radiación por parte de la atmósfera. Para cada hora, la radiación solar se calcula en base a la posición relativa entre el punto de interés y el Sol, conocida como ángulo de incidencia solar.

Dado que el ángulo de incidencia solar también depende de la superficie en estudio (su orientación e inclinación), en primer lugar, se ha realizado un estudio de las orientaciones e inclinaciones óptimas (para maximizar la producción solar anual) generalizado para toda la provincia de Ávila. El estudio se ha hecho tomando como referencia la capital, y los valores de orientación e inclinación óptimos son aquellos que proporcionan menos de un 10% de pérdidas de producción con respecto de la producción máxima. El 10% se establece por ser el valor máximo de pérdidas permitido por el CTE.

Los resultados del estudio de orientación e inclinación (Figura 73), muestran que los rangos óptimos de instalación de paneles solares en la provincia de Ávila están en orientaciones entre -70 y 60 ° (siendo 0° la orientación sur) e inclinaciones entre 5 y 60 ° con respecto del plano horizontal. El valor de producción máxima anual se tiene para orientación -10° e inclinación 35°. Cabe resaltar que, para un estudio de un caso concreto, la producción óptima depende de sus necesidades energéticas, y el reparto horario de las mismas: por ejemplo, para un caso en el que interese prolongar lo más posible las horas de producción, aunque esta no sea máxima, interesa orientaciones más cerca de -90° y 90° (Este – Oeste).

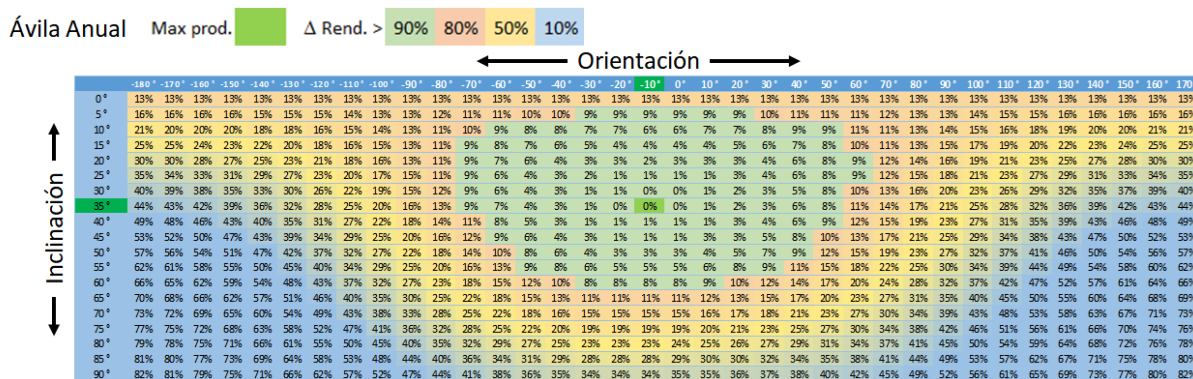


Figura 73. Pérdidas de producción de energía con paneles solares en función de la orientación e inclinación del panel.

Teniendo en cuenta los parámetros de orientación e inclinación óptimos obtenidos en el estudio anterior, se plantea el cálculo del potencial solar anual en cada municipio de la provincia de Ávila (Figura 74). Es importante realizar la consulta por municipio, pues PVGIS incorpora el Modelo Digital de Terreno de SRTM-3 (resolución espacial de 90 m en Europa), lo cual permite tener en cuenta la topografía para calcular el efecto de sombra proyectada por el terreno, así como la elevación de cada superficie que determina la absorción de radiación solar por la atmósfera.

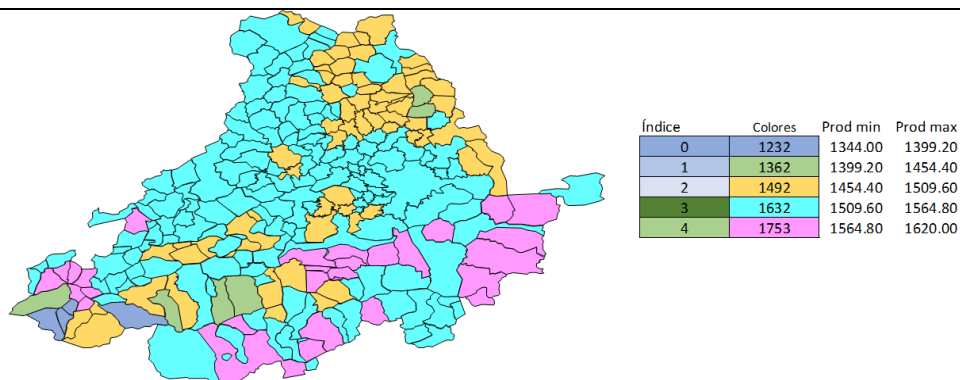


Figura 74. Mapa de potencial solar de los municipios de la provincia de Ávila.

Como muestra la figura 74, casi la totalidad de la provincia presenta un potencial solar anual entre 1509 y 1565 kWh/m². La mayoría de las excepciones se encuentran en el sur de la provincia, donde la topografía hace que haya municipios tanto con mayor como con menor producción anual.

Energía Geotérmica

La energía geotérmica es, probablemente, la menos conocida de todas las renovables. Existen numerosos mitos en torno a la misma (por ejemplo, existe la creencia generalizada de que solamente en zonas con un vulcanismo activo o actividad termal superficial evidente se puede emplear esta energía de forma rentable) que hacen difícil su implantación en determinados territorios como nuestra provincia.

Pero el hecho es que la energía geotérmica podría tener una relevancia muy grande en la provincia de Ávila, colaborando de forma decisiva en la arquitectura del nuevo paradigma energético sostenible y además sirviendo de factor de atracción de nuevas empresas que decidan aprovechar este recurso que podría abaratar en gran medida los costes energéticos asociados a numerosos procesos.

Es de destacar la gran sinergia que puede tener la geotermia de media entalpía con la industria agroalimentaria, que tiene una gran potencialidad de desarrollo en la provincia.

- Geotermia de muy baja entalpía

Usos: Sistemas de climatización de alta eficiencia y cero emisiones (solamente las declaradas por el mix eléctrico de la zona). Es uno de los recursos en el camino de descarbonización de los sistemas de climatización en Europa que son responsables de un tercio de las emisiones de gases de efecto invernadero de la U.E.

Recursos: se ha elaborado un mapa de conductividades térmicas del terreno en la provincia de Ávila (Figura 75). La conductividad térmica del terreno es el parámetro clave en el diseño de instalaciones geotérmicas de baja entalpía. Las zonas con mayor conductividad térmica son más favorables para la instalación de sistemas de climatización a cualquier escala (doméstico, calefacciones de distrito, climatización industrial, etc.).

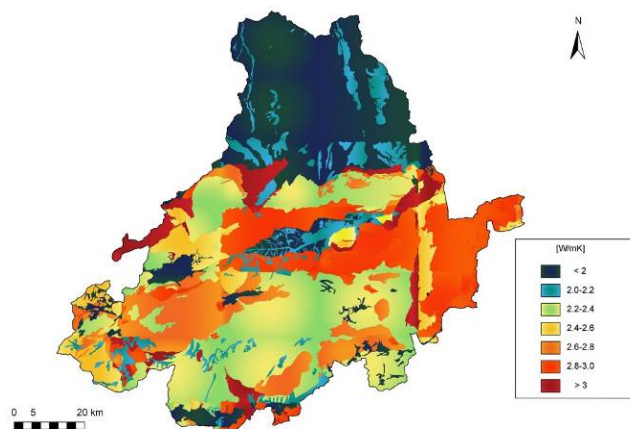


Figura 75. Mapa conductividad térmica de la provincia de Ávila.

El estudio se ha realizado mediante:

- Un análisis de la información geológica.
- Toma de muestras de materiales representativos in-situ.
- Pruebas de conductividad sobre esos materiales en laboratorio.
- Recopilación y estudio de datos de diversas fuentes (perfiles de sondeos realizados, etc.)

- Geotermia de media entalpía

Usos: climatización directa, procesos industriales que se llevan a cabo en esas temperaturas. Puede significar un ahorro muy importante en la factura energética para procesos de la industria agroalimentaria.

Recursos: Se están realizando estudios y toma de datos sobre el terreno para determinar la posible existencia de este recurso en la provincia de Ávila. Estudios previos muestran posibles indicios de estos recursos en la comarca de La Moraña.

Los trabajos que se están llevando a cabo:

- Prospección geofísica, métodos electromagnéticos en el dominio del tiempo (Figura 76), tomografía eléctrica, testificación térmica.
- Investigación hidrogeológica, datos geoespaciales del Instituto Geológico y Minero de España.

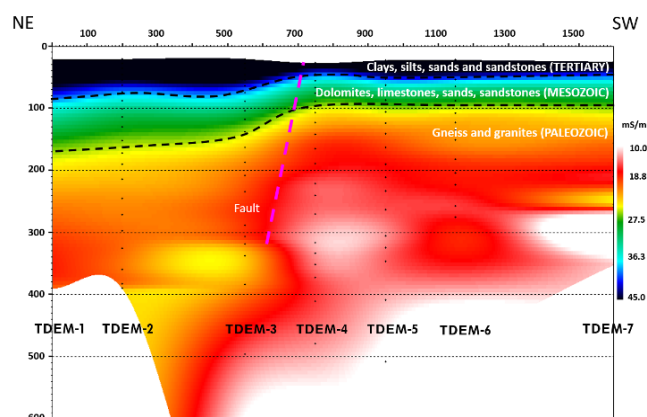


Figura 76. Prospección geofísica para caracterización de recursos. Perfil 2D método electromagnético en el dominio del tiempo (Sur de la cuenca del Duero).

- Geotermia de alta entalpía

Usos: generación de energía eléctrica a gran escala. Mediante los sistemas de roca caliente seca y de yacimientos estimulados (HDR y EGS es la nomenclatura en la literatura científica especializada), se ha extendido la posibilidad de aprovechar este recurso en zonas graníticas si existe en ellas un gradiente térmico adecuado. Por ello, el estudio se centra en las comarcas de Arenas de San Pedro, Barco de Ávila – Piedrahíta, y Burgohondo – El Tiemblo – Cebreros, ya que las comarcas de Arévalo y de Ávila (Valle de Amblés) son predominantemente sedimentarias.

Recursos: estudios y toma de datos sobre el terreno en proceso para determinar la posible existencia de este recurso en la provincia de Ávila (Figura 77): prospección geofísica, métodos electromagnéticos en el dominio del tiempo, testificación térmica, estudio de fracturación del macizo rocoso, análisis de gases de fracturas, estudios de barrido de radiactividad natural.

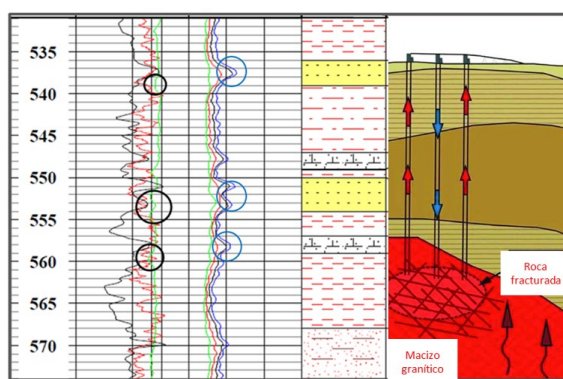


Figura 77. Registro de diagráfia para la evaluación de la estructura geológica y el gradiente geotérmico. Esquema de sistema HDR de explotación de recurso geotérmico de alta entalpía en zonas graníticas.

Biomasa

A la vista de los datos aportados por el tercer Inventario Forestal Nacional del 2007 para la provincia de Ávila en relación a las cabidas por estado de masas (repoblado 3.567,28 ha, monte bravo 18.098,28 ha, latizal 56.123,69 ha y fustal 161.518,20 ha) y de las existencias por clase diamétrica y especie (volumen con corteza 12.057.888 m³, de los que 9.225.333,89 m³ son asignados a coníferas, entre las que destaca el *Pinus pinaster* con 6.582.383,03 m³) se puede afirmar que la provincia presenta un **gran potencial** en lo que a **biomasa de naturaleza forestal** se refiere, ya con el paso de los años estas existencias seguramente se hayan incrementado ostensiblemente, habiendo pasado a convertirse gran parte del repoblado original en monte bravo, un porcentaje muy significativo del monte bravo en latizal y el latizal en fustal.

Si a esta evolución de la masa forestal abulense, en lo que a cabidas y existencias se refiere, se la añade el hecho de que gran parte de la misma se engloba dentro de los denominados Montes de Utilidad Pública que gestiona la administración autonómica a través de lo especificado y recogido en los correspondientes Planes de Ordenación de Montes, donde entre otras cosas se regula su aprovechamiento; y que un buen número de las licitaciones de madera que se han hecho de un tiempo a esta parte han quedado desiertas, se puede afirmar que un porcentaje muy considerable de la madera que en estos últimos años han producido los montes abulenses se encuentra a la espera de, mediante cortas de mejora o de regeneración, ser puesta a disposición de la **industria maderera** que de manera directa o a través del aprovechamiento de subproductos cuente con la posibilidad de **convertir este recurso renovable** en biomasa de naturaleza forestal (principalmente astilla y pellets), con posibilidad de uso tanto a nivel industrial, como doméstico.

Por lo tanto, no cabe duda de que el potencial de la provincia de Ávila, tanto en lo que a reservas actuales de biomasa forestal se refiere, como en lo que a productor potencial de la misma es sumamente alto, hecho que debería ser tenido en cuenta a la hora de abordar el desarrollo integral de la provincia.



Figura 78. Formas de biomasa forestal, especialmente abundante en la provincia de Ávila.

Energía Eólica

De entre todas las energías renovables, destaca en Ávila la energía eólica, cuya explotación empezó en el año 2000 con la instalación de los dos primeros parques eólicos de la provincia: en Ojos-Albos y Santa María del Cubillo; y en Urraca-Miguel y Tornadizos. Según datos del EREN (a 31/12/2020), desde 2012 la provincia cuenta con 15 parques eólicos, que suman 294 molinos de viento y una potencia instalada total de 260 MW, con aerogeneradores de entre 660 kW (parques de Santa María del Cubillo y Ojos Albos; Las Navas del Marqués; y Ávila y Tornadizos de Ávila) y 2000 KW (parques de San Juan del Olmo, Muñana, Vadillo Sierra y Amavida; y San Juan del Olmo, Muñana, Balbarda y Valdecasa).

Analizando el potencial de la energía eólica en la provincia, el Global Wind Atlas proporciona información detallada, en términos de velocidad media del viento y densidad de potencia media (Figura 79). La velocidad media es una medida del recurso eólico: mayores velocidades de viento indican normalmente mejores recursos eólicos, aunque en zonas con ráfagas frecuentes puede tenerse una velocidad media elevada pero no útil para la generación de viento. La densidad de potencia media es una medida del recurso eólico más precisa; mayores valores de densidad de potencia indican mejor recurso eólico.

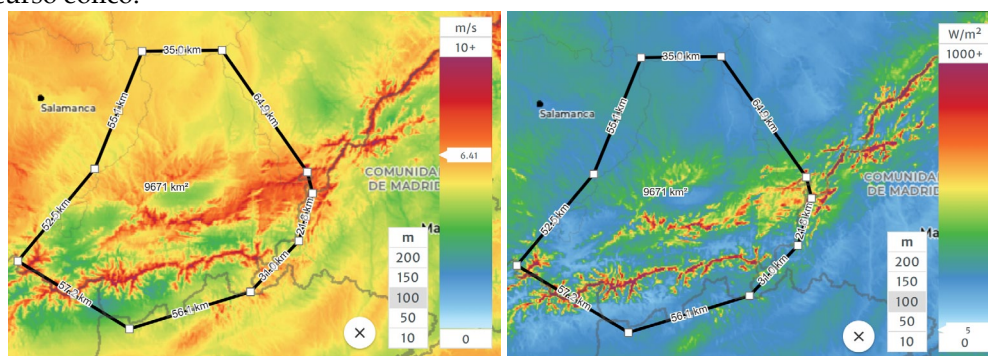


Figura 79. Recurso eólico en la provincia de Ávila. Izquierda: velocidad media del viento. Derecha: densidad de potencia media.

El potencial en el 10% de zonas con mejor recurso es de 685 W/m², con una velocidad media del viento de 7,6m/s. La variabilidad anual muestra mayor potencial de viento entre los meses de noviembre y marzo.

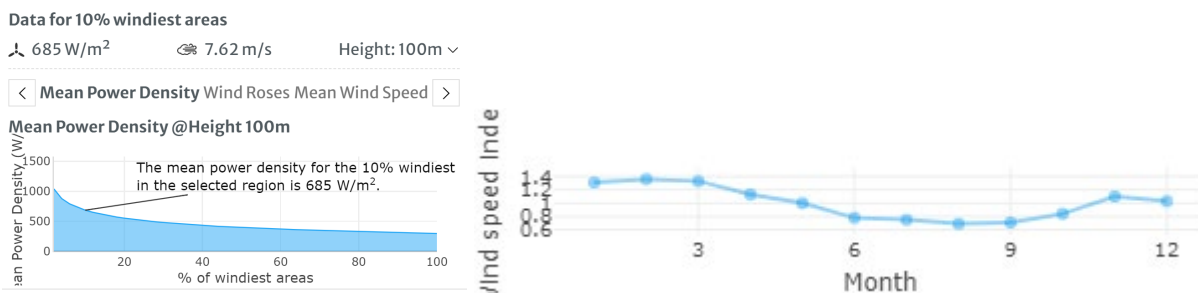


Figura 80. Distribución espacial de densidad de potencia media (izquierda) y variabilidad mensual de velocidad del viento (derecha) en la provincia de Ávila.

5.7. Sector industrial

El sector industria de la provincia de Ávila supone el 6.4% del consumo de energía global, y es responsable de 6.96% de las emisiones de GEI en la provincia (datos de 2019)¹⁶.

De las 5650 empresas dadas de alta en la Seguridad Social de la provincia de Ávila, el 76.7% corresponden al sector servicios, el 12.2% al sector de la construcción, y el 8.3% y 2.8% a industria y agricultura, respectivamente. De estas empresas, los polígonos industriales alojan principalmente industrias de tres sectores: automoción, energía y agroalimentación. De esta distribución, la industria implica el 12.6% de las afiliaciones a la Seguridad Social (2019).

En la provincia de Ávila se encuentran diversos polígonos industriales, localizados 3 de ellos en la capital y su entorno. En estos momentos, los 3 polígonos de Ávila y su entorno se encuentran inmersos en un programa de mejora que incluye inversiones para la llegada de nuevas empresas, así como para el mantenimiento y expansión de las empresas existentes (Plan Territorial de Fomento para Ávila y su entorno 2020-2024), debido a su necesidad de refuerzo.

La mayoría de las empresas ubicadas en estos polígonos pertenecen a los sectores tractores de la provincia: agroalimentario, automoción y energías renovables, con prevalencia del primero, salvo en el Polígono Industrial de Las Hervencias (Ávila) donde la mayoría de las parcelas están ocupadas por subcontratistas de automoción.

La Tabla 15 muestra un resumen de los polígonos industriales de la provincia de Ávila, con su sector mayoritario de entre los tres sectores tractores y las empresas más representativas.

Tabla 15. Polígonos industriales en la provincia de Ávila.

POLÍGONO	MUNICIPIO	SECTOR MAYORITARIO	EMPRESAS REPRESENTATIVAS	ACTIVIDADES
Las Hervencias	Ávila	Automoción	Estampación Nissan / Renault, Cesvimap	
Vicolozano	Ávila	Agroalimentario	Ornua (Quesos)	
Centro Logístico CyLog	Ávila	Automoción		
La Colilla	La Colilla	Agroalimentario	Chocolates Elgorriaga	
Tierra de Arévalo	Arévalo	Automoción	Plastic Omnium	
El Martinete	Arenas de San Pedro	Agroalimentario	Dulces Arenas	Servicios, talleres
El Brajero	Las Navas del Marqués	Agroalimentario		Industrial y Almacén
Candeleda	Candeleda	Agroalimentario	Caprino Candeleda	
Las Ventillas	Sotillo de la Adrada	Agroalimentario	Morcillas de Sotillo	Cerrajerías, alimentarias, comercio mayor / menor
Cebreros	Cebreros	Agroalimentario	Procubitos	
La Adrada	La Adrada	Agroalimentario	Queserías del Tiétar	
Las Cañadas / La Pineda	El Barco de Ávila	Agroalimentario	Judías del Barco de Ávila	Industrial / Servicios
El Hoyo de Pinares	El Hoyo de Pinares	Agroalimentario		
Las Condas	Piedralaves	Agroalimentario	Bodegas	
La Peguera	El Barraco	Agroalimentario		
El Soto	Piedrahita	Agroalimentario	Embutidos Garrudo	
Burgohondo	Burgohondo	Agroalimentario		

¹⁶ Boletín Oficial de Castilla y León del 14 de agosto de 2020. Número 165 página 31228. Orden EEI/758/2020 por la que se aprueba el Programa Territorial de Fomento para Ávila y su entorno 2020-2024.

Las Vegas	Sanchidrián	Agroalimentario	Trade Corporation International S.A. (Abonos y Fertilizantes)	Industrial
San Pedro del Arroyo	San Pedro del Arroyo	Agroalimentario	Alta Moraña, Fábrica de Pinturas	Industrial / Servicios

5.8. Sector transportes

Transporte Interurbano

Se realiza un análisis de los servicios de transporte público interurbano en la provincia de Ávila, de cara a evaluar las posibilidades de electrificación de los mismos y realizar una propuesta previa de diseño de la misma.

Las líneas actuales de autobuses se corresponden con rutas que conectan los municipios de la provincia con la ciudad de Ávila. Un resumen de las líneas se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. Resumen de líneas de transporte interurbano en la provincia de Ávila analizadas.

Línea	Localidades con parada	Concesionaria
Ávila-Las Navas del Marqués	Ávila, Tornadizos de Ávila, La Cañada, Navalperal de Pinares, Las Navas del Marqués	Jiménez Dorado
Ávila-El Hoyo de Pinares	Ávila, Tornadizos de Ávila, La Cañada, Navalperal de Pinares, El Hoyo de Pinares	Jiménez Dorado
Ávila- Sanchidrián-Arévalo-Madrigal de las Altas Torres	Ávila-Mingorría-Santo Domingo de las Posadas-Vega de Santa María-Velayos-Blascosancho-Sanchidrián-Adanero-Gutierre Muñoz-Orbita-Espinosa de los Caballeros-Arévalo-Aldeaseca-Villanueva del Aceral-Barromán-Madrigal de las Altas Torres	Autocares GASCH
Ávila-Tiñosillos-Arévalo	Ávila-Narrillos de San Leonardo-Cardenosa-Peñalba de Ávila-Las Berlanas-Gotarrendura-Hernansancho-Villanueva de Gómez-El Bohodón-Tiñosillos-Arévalo	Autocares GASCH
Ávila-Pajares de Adaja-Arévalo-Magazos	Ávila-Mingorría-Santo Domingo de las Posadas-Vega de Santa María-Velayos-Blascosancho-Pajares de Adaja-Gutierre Muñoz-Orbita-Espinosa de los Caballeros-Arévalo-Palacios Rubios-Noharre-Magazos	Autocares GASCH
Ávila-Tiñosillos-Arévalo-Madrigal de las Altas Torres	Ávila-Narrillos de San Leonardo-Cardenosa-Peñalba de Ávila-Las Berlanas-Gotarrendura-Hernansancho-Villanueva de Gómez-El Bohodón-Tiñosillos-Arévalo-Aldeaseca-Villanueva del Aceral-Barromán-Madrigal de las Altas Torres	Autocares GASCH
Ávila-Pajares de Adaja	Ávila-Mingorría-Santo Domingo de las Posadas-Vega de Santa María-Velayos-Blascosancho-Pajares de Adaja	Autocares GASCH
Ávila-Velayos-Maello	Ávila-Mingorría-Santo Domingo de las posadas-Velayos-Maello	Autocares GASCH
Ávila-Hernansancho-El Oso-Riocabado-San Pascual-Cabizuela	Ávila-Narrillos de San Leonardo-Cardenosa-Las Berlanas-Hernansancho-El Oso-Riocabado-San Pascual-Cabizuela	Autocares GASCH
Ávila-Piedrahita-El Barco de Ávila	Ávila-El Fresno-La Serrada-Padiernos-Muñochas-Muñogalindo-Santa María del Arroyo-La Torre-Muñana-Amavida-Villatoro-Casas del Puerto-Villafranca de la Sierra-Rivera de Corneja-San Miguel de Corneja-El Soto-Piedrahita-Santiago del Collado-La Aldehuela-Santa María de los Caballeros-San Lorenzo de Tormes-El Barco de Ávila	Monbus
Ávila-Bejar-Aldeanueva del camino	Ávila-El Fresno-La Serrada-Padiernos-Muñochas-Muñogalindo-Santa María del Arroyo-La Torre-Muñana-Amavida-Villatoro-Casas del Puerto-Villafranca de la Sierra-Rivera de Corneja-San Miguel de Corneja-El Soto-Piedrahita	Monbus
Ávila-Hoyos del Espino-Barco de Ávila	Ávila-Venta Pinilla-Salobral-Niharra-Salobralejo-Solosancho-Baterna-Robledillo-La Hija de Dios-Mengamuñoz-Venta del Obispo-Venta de Rasquilla-San Martin del Pimpollar-Parador Nacional de Gredos-Navarredonda de Gredos-Barajas de Gredos-Hoyos del Espino-Hoyos del Collado-Navacepeda de Tormes-Navalperal de Tormes-Zapardiel de la Ribera-Angostura de Tormes-La Aliseda de Tormes-Bohoyo-Hermosillo-Barco de Ávila	Muñoz Travel

Ávila-Arenas de San Pedro-Candeleda	Ávila-Venta Pinilla-Salobral-Niharra-Salobralejo-Solosancho-Baterna-Robledillo-La Hija de Dios-Mengamuñoz-Venta del Obispo-Venta de Rasquilla-Venta de San Miguel-Cuevas del Valle-Mombeltran-La Parra-Arenas de San Pedro-Guisando-El Hornillo-El Arenal-Ramacastañas-Candeleda	Muñoz Travel
Ávila-San Juan del Olmo	Ávila-Santo Tomás de Zabarcos-Horcajuelo-Brabos-Grandes-San Martín de las Cabezas-Solana de Rioalmar-Ortigosa de Rioalmar-Manjabalago-San Juan del Olmo	Muñoz Travel
Ávila-San Bartolomé de Pinares	Ávila-Herradón de Pinares-Santa Cruz de Pinares	Muñoz Travel
Ávila-Cabezas del Villar-Narrillos del Álamo	Ávila-Martiherrero-Cruz del Lomo-Venta del Hambre-Chamartín-Cillan-Muñico-Gallegos de Sobrinos-Cabezas de Villar-San Miguel de Serrezuela-Pascualcobo-Diego Álvaro-Carpio Medianero-Martínez-Zapardiel de La Cañada-Arevalillo-Aldealabad del Mirón-Mercadillo-Narrillos del Álamo	Muñoz Travel
Ávila-Sotillo de La Adrada-Pedro Bernardo	Ávila-El Barraco-Cebreros-El Tiemblo-Navahonda-Navahondilla-Sta. María del Tietar-Sotillo de la Adrada-La Adrada-Piedralaves-Casavieja-Mijares-Gavilanes-Pedro Bernardo	La veloz
Ávila-Sotillo de La Adrada-S.Román de los Montes	Ávila-El Barraco-Cebreros-El Tiemblo-Navahonda-Navahondilla-Sta. María del Tietar-Sotillo de la Adrada-Higuera de las Dueñas-Fresnedilla	La veloz
Ávila-Fontiveros-Horcajo de las Torres	Ávila-Alamedilla del Berrocal-Aveinte-San Pedro del Arroyo-Muñogrande-Chaherrero-Crespos-Pascualgrande-Fontiveros-Cantiveros-Bernuy Zapardiel-Cabezas del Pozo-Bercial de Zapardiel-Madrigal de las Altas Torres-Horcajo de las Torres	Hnos. Rodriguez
Ávila-El Fresno-Aldea del Rey Niño	Ávila-El Fresno-Gemuño-Aldea del Rey Niño	Hnos. Rodriguez
Ávila-Mironcillo-Riofrio	Ávila-Salobral-Niharra-Mironcillo-Riofrio	Hnos. Rodriguez
Ávila-Flores de Ávila-Mamblas	Ávila-Chaherrero-Narros del Castillo-Flores de Ávila-El Ajo-San Cristobal de Trabancos-Rasueros-Mamblas	Hnos. Rodriguez
Ávila-Blascomillan-Mirueña de los infanzones	Ávila-San Pedro del Arroyo-Sigüera-Castilblanco-El parral-Vita-Herreros de Suso-Blascomillan-Mancera de Arriba-San García de Ingelmos-Mirueña de los infanzones	Hnos. Rodriguez
Ávila-Albornos-Pedro Rodriguez	Ávila-Monsaluppe-Las Berlanas-El Oso-Riocabado-San Juan de la Encinilla-Papatrigo-Muñomer del Peco-Albornos-Narros de Saldueña-Collado Contreras-Constanzana-Cabezas de Alambre-Pedro Rodriguez	Navatour
Ávila-Bularros-Viñegra de Moraña	Ávila-Marlin-Bularros-Villaflores-Morañuela-Viñegra de Moraña	Navatour
Ávila-El Barraco-Serranillos	Ávila-El Barraco-Navalmoral-Burgohondo-Villanueva de Ávila-Navarrevisca-Serranillos	Cevesa
Ávila-El Barraco-Hoyocaseiro	Ávila-El Barraco-Navalmoral-S. Juan del Molinillo-Navalacruz-Navatalgordo-Navalosa-Hoyocaseiro	Cevesa

En las líneas analizadas, el horario habitual consiste en la realización del recorrido hacia Ávila a primera hora de la mañana, y la vuelta se realice por la tarde. La frecuencia suele ser diaria de lunes a viernes. Las líneas de algunos municipios con menos viajeros solo funcionan lunes y viernes, o incluso solo viernes. Para algunos municipios, los recorridos funcionan a demanda, siendo necesario llamar al teléfono indicado por la concesionaria para solicitar la parada, o incluso el viaje.

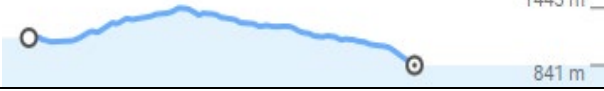
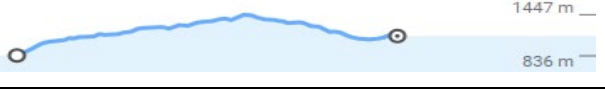
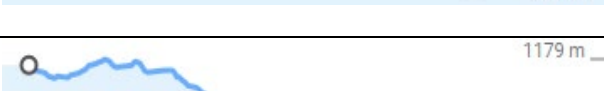
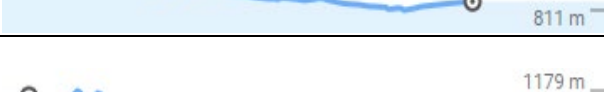
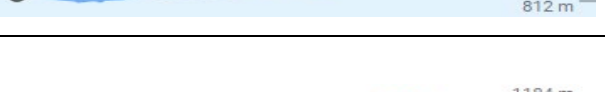
El análisis de longitud de trayecto y de desnivel superado por cada línea, ambos aspectos clave para el diseño de la estrategia de electrificación, se muestran en las Tablas 17 y 18.

Tabla 17. Resumen de recorridos y kilometraje de las líneas de transporte interurbano en la provincia de Ávila

Línea	Km trayecto (ida/vuelta)	Viajes días laborables	Viajes fin de semana	Km semanales	Km anuales
Ávila-Las Navas del Marqués	76Km	10	0	760Km	39,520Km
Ávila-El Hoyo de Pinares	90Km	5	0	450Km	23,400Km
Ávila- Sanchidrián-Arévalo-Madrigal de las Altas Torres	180Km	5	0	900Km	46,800Km
Ávila-Tiñosillos-Arévalo	120Km	5	0	600Km	31,200Km

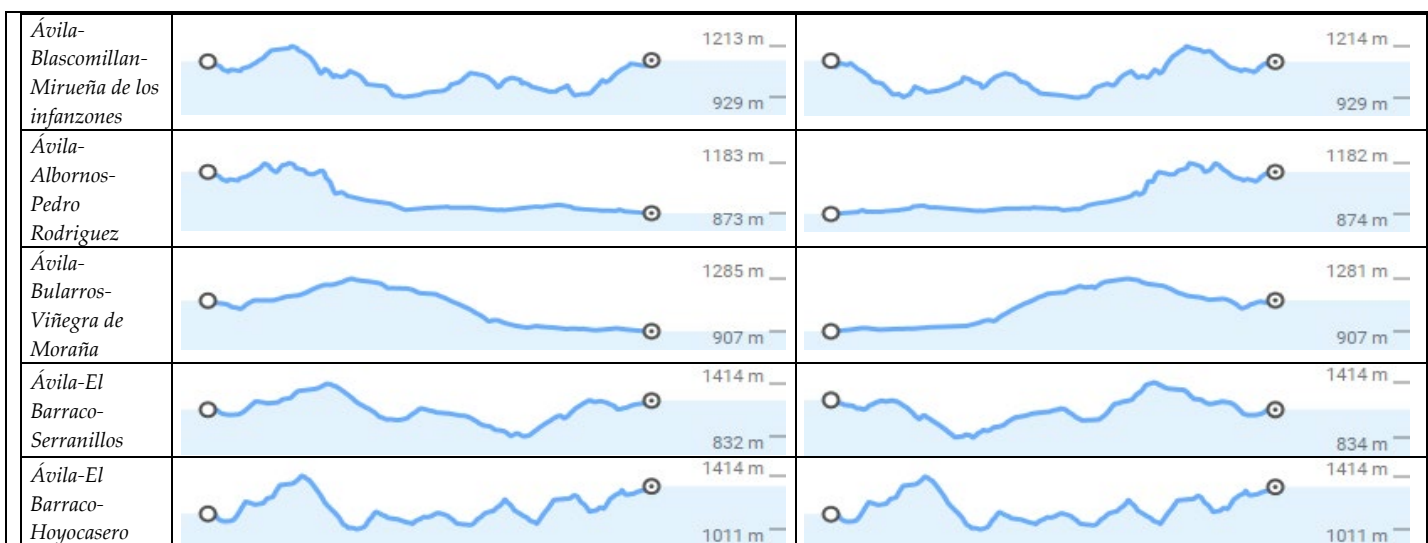
Ávila-Pajares de Adaja-Arévalo-Magazos	176Km	5	0	880Km	45,760Km
Ávila-Tiñosillos-Arévalo-Madrigal de las Altas Torres	168Km	2	0	336Km	17,472Km
Ávila-Pajares de Adaja	37Km	5	0	185Km	9,620Km
Ávila-Velayos-Maello	72Km	1	0	72Km	3,744Km
Ávila-Hernansancho-El Oso-Riocabado-San Pascual-Cabizuela	108Km	1	0	108Km	5,616Km
Ávila-Piedrahita-El Barco de Ávila	174Km	5	2	1,218Km	63,336Km
Ávila-Bejar-Aldeanueva del camino	132Km	5	2	924Km	48,048Km
Ávila-Hoyos del Espino-Barco de Ávila	212Km	5	0	1,060Km	55,120Km
Ávila-Arenas de San Pedro-Candeleda	214Km	5	0	1,070Km	55,640Km
Ávila-San Juan del Olmo	108Km	2	0	216Km	11,232Km
Ávila-San Bartolomé de Pinares	50Km	1	0	50Km	2,600Km
Ávila-Cabezas del Villar-Narrillos del Alamo	172Km	3	0	516Km	26,832Km
Ávila-Sotillo de La Adrada-Pedro Bernardo	212Km	10	0	2,120Km	110,240Km
Ávila-Sotillo de La Adrada-S.Román de los Montes	154Km	5	0	770Km	40,040Km
Ávila-Fontiveros-Horcajo de las Torres	130Km	7	0	910Km	47,320Km
Ávila-El Fresno-Aldea del Rey Niño	38Km	1	0	38Km	1,976Km
Ávila-Mironcillo-Riofrio	60Km	2	0	120Km	6,240Km
Ávila-Flores de Ávila-Mamblas	176Km	2	0	352Km	18,304Km
Ávila-Blascomillan-Mirueña de los infanzones	130Km	5	0	650Km	33,800Km
Ávila-Albornos-Pedro Rodriguez	148Km	2	0	296Km	15,392Km
Ávila-Bularros-Viñegra de Moraña	78Km	2	0	156Km	8,112Km
Ávila-El Barraco-Serranillos	138Km	5	0	690Km	35,880Km
Ávila-El Barraco-Hoyocaseiro	166Km	5	0	830Km	43,160Km

Tabla 18. Análisis de perfiles topográficos de las líneas de transporte interurbano de la provincia de Ávila

Línea	Perfil IDA	Perfil VUELTA
Ávila-Las Navas del Marqués		
Ávila-El Hoyo de Pinares		
Ávila-Sanchidrián-Arévalo-Madrigal de las Altas Torres		
Ávila-Tiñosillos-Arévalo		
Ávila-Pajares de Adaja-Arévalo-Magazos		
Ávila-Tiñosillos-Arévalo-Madrigal de las Altas Torres		



Ávila-Pajares de Adaja		
Ávila-Velayos-Maello		
Ávila-Hernansancho-El Oso-Riocabado-San Pascual-Cabizuela		
Ávila-Piedrahita-El Barco de Ávila		
Ávila-Bejar-Aldeanueva del camino		
Ávila-Hoyos del Espino-Barco de Ávila		
Ávila-Arenas de San Pedro-Candeleda		
Ávila-San Juan del Olmo		
Ávila-San Bartolomé de Pinares		
Ávila-Cabezas del Villar-Narrillos del Alamo		
Ávila-Sotillo de La Adrada-Pedro Bernardo		
Ávila-Sotillo de La Adrada-S.Román de los Montes		
Ávila-Fontiveros-Horcajo de las Torres		
Ávila-El Fresno-Aldea del Rey Niño		
Ávila-Mironcillo-Riofrio		
Ávila-Flores de Ávila-Mamblas		



Dadas las características de longitud y orografía de las rutas, y la posibilidad de realidad una recarga entre los trayectos de ida y vuelta para los trayectos más largos sería posible la electrificación de las mismas con los autobuses eléctricos que existen en el mercado. Los fabricantes proporcionan vehículos desde 10 a 18 metros, con potencias de carga desde 50kW hasta 600kW. Para una batería de 350kWh de energía instalada, teniendo en cuenta la orografía y las condiciones climáticas de la provincia, podemos obtener una autonomía aproximada de 175km-200km. A medida que va avanzando la tecnología, se va reduciendo el tiempo de recarga lenta. Existen modelos que recargan en 3 horas. También se permite la recarga rápida que puede realizarse hasta en 5-10 minutos según los modelos.

Los fabricantes de autobuses eléctricos y de baterías se encuentran en continua evolución. En pocos años las autonomías serán mejoradas, también serán reducidos los tiempos de carga.

Debido a esto y a la variabilidad de autonomías por la orografía de la ruta, climatología y otros factores, sería recomendable probar en condiciones reales con algún modelo proporcionado por fabricantes de autobuses, para conocer el consumo y la autonomía para cada ruta.

En cuanto a la reducción de emisiones de CO₂, los kilómetros anuales aproximados para las rutas analizadas son 850.000Km. Con autobuses diésel las emisiones aproximadas serían de 2.733.600 Kg de CO₂ al año. Para esos kilómetros con autobuses eléctricos las emisiones se podrían reducir hasta los 250.920 Kg de CO₂ al año. Esto supondría reducirlas a menos del 10% de las emisiones actuales.

Vehículos agrícolas

El sector agrícola implica el 17.68% del consumo energético de la provincia de Ávila, con el consecuente 17.44% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (ver apartado 3). Estas emisiones están principalmente provocadas por la maquinaria agrícola, alimentada mayoritariamente por combustibles fósiles (gasóleo B). Esta maquinaria incluye tractores agrícolas y forestales, motocultores, tractocarros, máquinas automotrices, y cisternas para el transporte y distribución de líquidos, entre otros.

Según datos de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAGRAMA), en Castilla y León, el número de tractores inscritos totales (2019) es de 154242, con 417 unidades de maquinaria automotriz (14947 cosechadoras y 12461 máquinas automotrices de otro tipo: equipos de carga, tractocarros, motocultores, motoazadas, motosegadoras). De este total, el inventario de maquinaria en la provincia de Ávila cuenta con 9615 tractores y 423 cosechadoras (de ellas, 360 cosechadoras de cereal), además de 2512 unidades de maquinaria automotriz.

Los datos disponibles en el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico indican que los tractores en

España son de 65.5 CV de media (48.2 KW). Esto indica que hay actualmente una mezcla de tractores anteriores a 2016 y posteriores a esta fecha (pues el año 2016 se estableció como límite para la venta de vehículos de más de 50CV). En concreto, según el registro de MAGRAMA, hasta el 2016 había en la provincia de Ávila 9452 tractores y 423 cosechadoras. Aun asumiendo que algunas de estas unidades hayan sido dadas de baja y reemplazadas por unidades nuevas, el número de unidades de maquinaria agrícola anteriores a las normativas europeas en lo referente a nivel de emisiones es excesivamente elevado. Esta antigüedad del parque de vehículos agrícolas muestra un gran potencial de mejora, tanto a nivel renovación con tecnologías renovadas de reducción de emisiones para vehículos diésel, como a nivel sustitución por maquinaria agrícola verde alimentada por hidrógeno.

5.9. Sector social

En los últimos 40 años la dinámica y la estructura de la población de la provincia de Ávila y de las 5 comarcas turísticas establecidas por la Diputación de Ávila ha sufrida una importante transformación. Ambos aspectos, estructura y dinámica, reflejan muy diferentes escenarios poblacionales en cualquier intervención que se quiera poner en marcha en los procesos de mitigación y adaptación al cambio climático.

Primero analizamos la evolución de la población tomando en cuenta las tasas de crecimiento desde 1981 hasta 2019. A continuación, analizamos la estructura y dinámica migratoria. Finalmente analizamos la estructura de la población a lo largo del período de observación, considerando la composición por edad, sexo y origen.

Crecimiento Poblacional

La población de la provincia de Ávila disminuyó entre 1981 y 2019 un 12%, pasando de 178.997 a 157.640 habitantes. Sin embargo, la ciudad de Ávila en el mismo período aumentó su población en un 38%, pasando de 41,735 a 57,744 habitantes. Es decir, mientras que la ciudad-capital ha registrado una importante ganancia de población, el resto de la provincia, principalmente zonas rurales han sufrido una pérdida importante de la población. Considerando las tasas de crecimiento poblacional entre 1981 y 2019 observamos que el crecimiento de la población ha sido constantemente negativo en este período, con la excepción de la primera década del siglo XXI (tabla 19). Este crecimiento positivo entre 2000 y 2010 se debe fundamentalmente a la llegada masiva de población inmigrante procedente del extranjero.

Tabla 19. Tasas de crecimiento anuales de la población de Ávila y sus comarcas en el período 1981-2019.

	1981-1991	1991-2000	2000-2010	2010-2019	Variación % 1981-2019	Población en 2019
La Moraña	-1,13	-0,42	-0,82	-1,33	-29,9%	19.682
Valle Amblés y Sierra de Ávila	0,56	-0,58	1,22	-0,42	9,0%	70.902
Valle Tormes y Corneja	-2,31	-1,01	-1,87	-2,41	-52,0%	11.088
Valle Alberche y Tierra de Pinares	-0,27	-0,71	0,55	-1,31	-14,3%	24.225
Valle Tiétar	-0,33	-0,09	0,55	-1,07	-8,0%	31.743
Ávila ciudad	1,80	-0,46	1,99	-0,10	38,4%	57.744
Total provincial	-0,34	-0,53	0,41	-0,96	-11,9%	157.640

Fuente: Censos de Población de 1981 y 1991 y Padrones Municipales de 2000 a 2019. INE. Elaboración propia.

En las 5 comarcas en que hemos dividido la provincia de Ávila, observamos muy similares comportamientos (Figura 81). Con la excepción del Valle de Amblés y Sierra de Ávila, en todas las comarcas se produjo un descenso de la población, aunque con diferentes intensidades. Mientras que en el Valle del Tormes y Corneja el descenso fue superior al 50%, es decir, la población se redujo en más de la mitad, el descenso fue igualmente importante en la Moraña con una reducción del 30% de su población, seguido por un descenso del 14% en el Valle Alberche y Tierra de Pinares, y de

únicamente el 8% en el Valle del Tiétar. Por el contrario, en el valle de Amblés y Sierra de Ávila en el mismo período la población se incrementó en un 9%, fundamentalmente debido a la dinámica de la capital ya comentada. Por lo tanto, la dinámica poblacional en la provincia de Ávila en los últimos 40 años presenta un crecimiento regresivo en toda la provincial, con la única excepción de la capital.

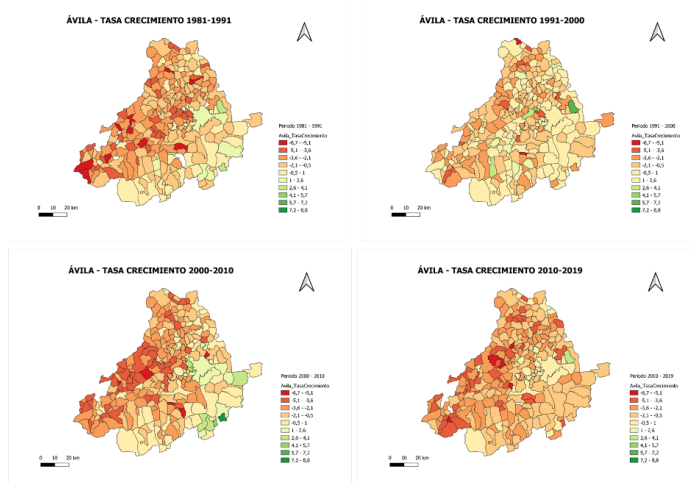


Figura 81. Tasa de crecimiento en los municipios de la provincia de Ávila, estudiado por décadas desde 1981 hasta 2019

Migración: stock y flujo de emigrantes

En la tabla 20 se puede observar en primer lugar la escasa presencia de la población extranjera en la provincia de Ávila en general. En segundo lugar, se puede observar cómo fue durante la primera década de siglo XXI cuando se produjo fundamentalmente la llegada de inmigrantes, momento en el que la población extranjera representaba el 8% de la población de la provincia. En la última década ha disminuido su peso, en parte por salida y en parte por el proceso de nacionalización. Por último, hay que señalar que esta población se halla muy concentrada en varios municipios del Valle Alberche y Tierra de Pinares (Figura 82), en los municipios de Las Navas del Marqués, Navalperal de Pinares, Cebreros y El Tiemblo fundamentalmente, y en la capital. Es decir, la presencia de la inmigración es escasa e irregular en cuanto a su distribución espacial.

Tabla 20. Porcentaje de población extranjera en Ávila y sus comarcas en el período 1991-2019.

	1991	2000	2010	2019
La Moraña	0,1%	0,3%	3,8%	3,0%
Valle Amblés y Sierra de Ávila	0,1%	0,5%	7,3%	6,3%
Valle Tormes y Corneja	0,2%	0,3%	4,2%	2,9%
Valle Alberche y Tierra de Pinares	0,2%	0,6%	11,8%	9,4%
Valle Tiétar	0,4%	0,8%	7,5%	5,6%
Ávila ciudad	0,2%	0,5%	7,3%	6,0%
Total provincial	0,2%	0,6%	8,2%	7,0%

Fuente: Censo de Población de 1991 y Padrones Municipales de 2000 a 2019. INE. Elaboración propia. No existen datos a nivel municipal en el Censo de Población de 1981.

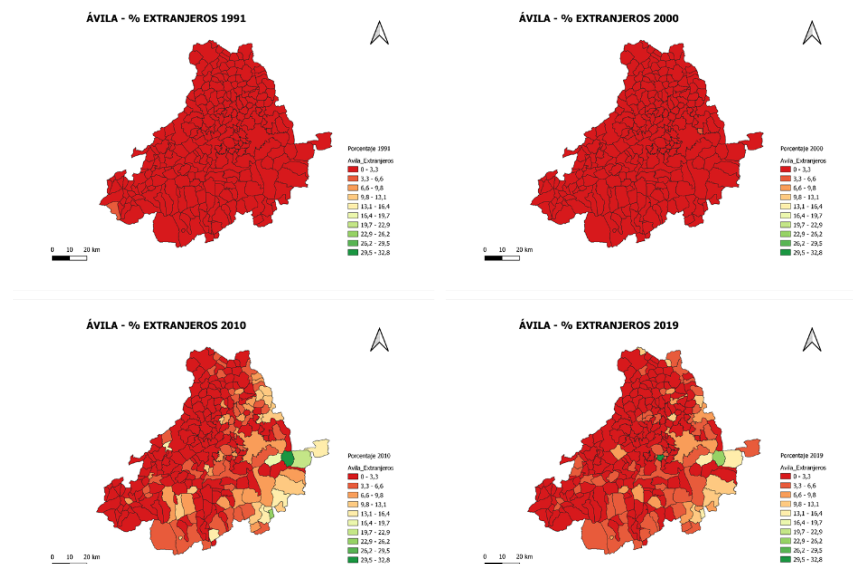


Figura 82. Porcentaje de población extranjera en los municipios de Ávila, estudiado por décadas desde 1981 hasta 2019

Aunque sólo disponemos de datos a nivel provincial sobre la dinámica de entradas y salidas de población con origen y destino otras partes de España o el extranjero, migrantes internos e internacionales, dichos aspectos nos permiten precisar la dinámica migratoria provincial.

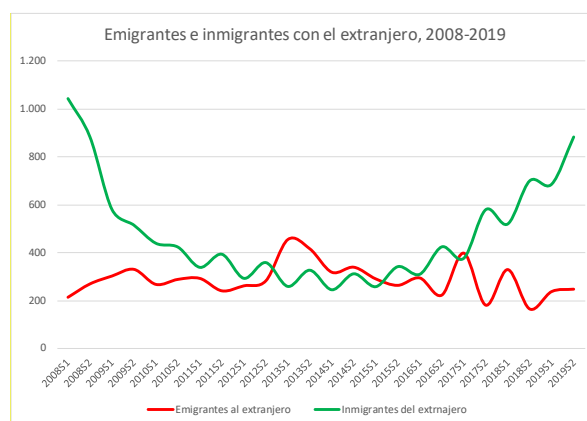


Figura 83. Emigrantes e inmigrantes con respecto al extranjero en Ávila, 2008-2019

Antes del inicio de la gran crisis económica iniciada en 2007, el saldo migratorio con el exterior era claramente positivo (figura 83), es decir, el número de llegadas a Ávila desde el extranjero superaban las salidas. Con la crisis, las llegadas se redujeron notablemente y en determinados años el saldo migratorio fue negativo. En los últimos años de nuevo han crecido las llegadas y se ha recuperado el saldo positivo. Es decir, la relación con el extranjero ha sido en este período positiva para la dinámica poblacional de la provincia, aunque como hemos comentado anteriormente muy concentrada en ciertos municipios.

Con respecto al flujo de entradas y salidas con otras partes de España observamos una importante estabilidad en las salidas en todo el período, siendo en todos los años mayor la emigración que la inmigración (figura 82). En las llegadas observamos más fluctuaciones, disminuyendo notablemente en los años de la crisis. Pero en conjunto, la relación es claramente deficitaria para la provincia de Ávila.

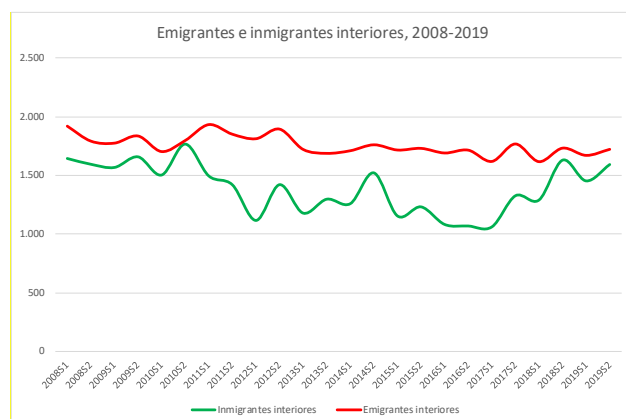


Figura 84. Emigrantes e inmigrantes internos en Ávila, 2008-2019

Tomando en cuenta los flujos de entradas y salidas de migrantes, bien hacia otras partes de España o con el extranjero, observamos que la provincia registra un saldo negativo sostenido con el interior y un saldo positivo con el exterior (figura 85). El saldo total ha sido positivo antes de la crisis, negativo durante la crisis y en los últimos años ha vuelto a ser positivo.

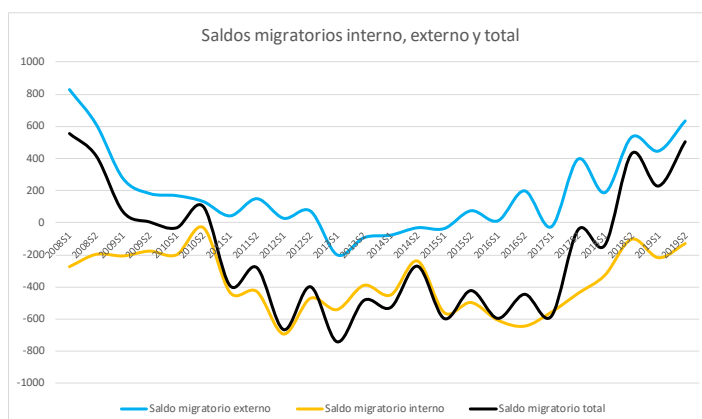


Figura 85. Saldos migratorios en la provincia de Ávila, 2008-2019.

Resultados preliminares

- Con relación a la dinámica demográfica de la provincia de Ávila, se registra un *crecimiento negativo* sostenido durante los últimos 40 años, con la única excepción de la ciudad de Ávila que ha ganado población.
- La dinámica migratoria presenta dos caras: por un lado, se registra una sostenida pérdida de población por inmigración a otras partes de España; por otro lado, hay un aporte positivo con respecto a los flujos migratorios internacionales. El mayor flujo migratorio tuvo lugar durante la primera década del siglo XXI (Figura 85).
- Derivado de la dinámica decreciente en la evolución de la población se observa una estructura poblacional caracterizada por un acentuado *envejecimiento* y *masculinización* de la población, con la excepción de nuevo de la capital (Figura 86). Es decir, cada vez hay más gente mayor y por lo tanto menos gente jóvenes, y en las zonas rurales prevalece la población masculina sobre la femenina. En esta estructura la presencia de población extranjera en la provincia es escasa y muy concentrada en la capital y en determinados municipios turísticos.

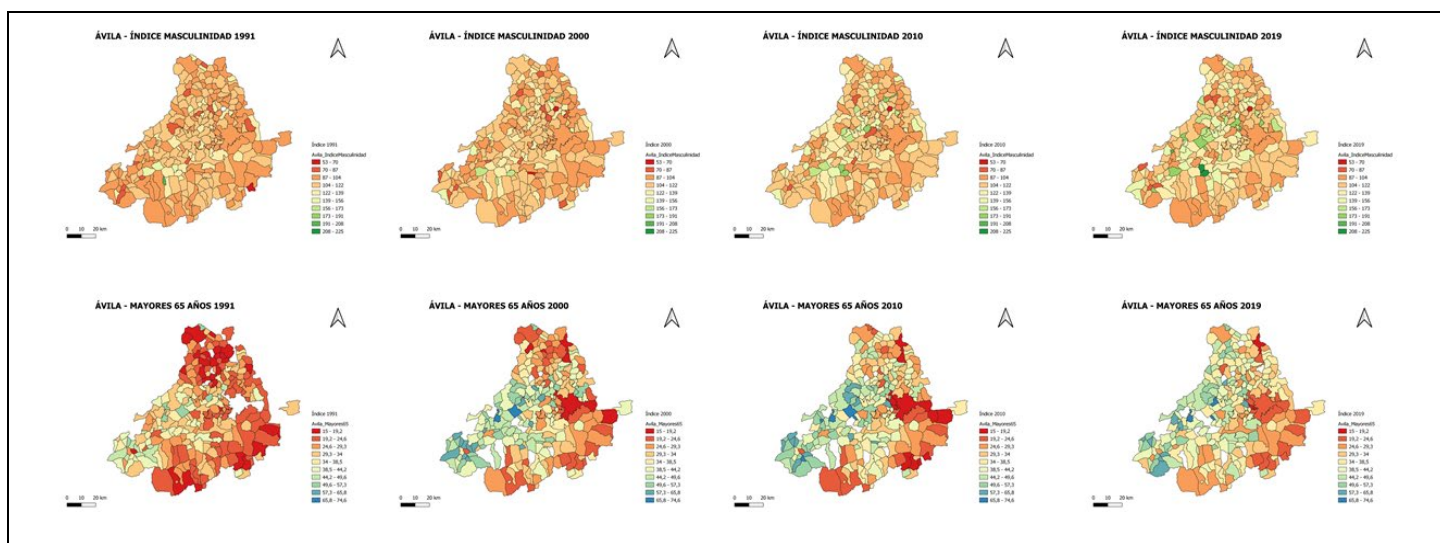


Figura 86. Evolución del índice de masculinidad (número de hombres cada 100 mujeres) y del índice de envejecimiento para los años 1991, 2000, 2010 y 2019 en la provincia de Ávila.

5.10. Sector turismo

Los datos turísticos de la provincia de Ávila muestran una creciente evolución del mismo en zonas naturales de la provincia como la Sierra de Gredos, cuyo impulso ha ido subiendo en los últimos años, saliendo reforzado de la actual situación de pandemia, donde el turismo rural se ha visto incrementado a nivel nacional.

5.10.1. Patrimonio histórico – cultural

La provincia de Ávila presenta una gran riqueza en patrimonio histórico, empezando por su capital, inscrita en la Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO en 1985. La importancia del patrimonio histórico en el sector turístico de la provincia de Ávila se muestra por el aumento de visitas registrado en los últimos años a los principales monumentos y museos, según los análisis del Observatorio Turístico de la Ciudad de Ávila.

El patrimonio histórico también está sujeto al cambio climático, pudiendo sufrir afecciones de diferentes tipos en función de la anomalía climática (exceso de lluvia, sequías, anomalías térmicas tanto de calor como de frío, nieve).

Para hacer un análisis de la situación del patrimonio histórico en la provincia de Ávila, en primer lugar, se ha realizado un inventario de 203 elementos patrimoniales, ubicados en 80 municipios de las cinco comarcas en que se divide la provincia. En este inventario, se ha incluido tanto la datación de cada elemento, como su ubicación y tipología (iglesia, yacimiento, arte rupestre, necrópolis, escultura, crucero, entre otros). Dado que las afecciones que pueden aparecer en cada caso dependen, además del clima, del material que constituye cada elemento, estos han sido identificados, junto con las principales afecciones asociadas a cada uno de ellos.

Con este análisis, se ha realizado una clasificación de afecciones para cada comarca, en base a la categorización de los elementos del patrimonio histórico mayoritarios en cada una de ellas. Cabe destacar la dificultad de separar las afecciones debidas al cambio climático de las afecciones que aparecen debido al paso del tiempo y la ausencia de actuaciones de conservación y restauración. Sin embargo, lo más común es que afecciones asociadas al paso del tiempo se vean severamente aceleradas con el cambio climático, debido a aspectos como el aumento de la temperatura.

Asimismo, hay afecciones, sobre todo aquellas asociadas a la humedad, que son puramente debidas a las condiciones climáticas y por tanto aparecen en casos de aumento del número o de la intensidad de los episodios de agua.

La Moraña

El patrimonio histórico-cultural de la comarca de La Moraña se caracteriza por presentar un estudio romano-visigodo, con incorporación de elementos mudéjares. Se encuentran en esta zona multitud de arcos de herradura, y edificaciones con plantas con tendencia a estar muy compartimentadas. Los materiales mayoritarios son ladrillo, mampostería, yeso y madera (Figura 87).



Figura 87. Ejemplo de elementos históricos en la comarca de la Moraña

Estos materiales, unidos a esta forma de construcción, pueden verse afectados por erosiones que derivan en faltas de material, en manchas de humedad que pueden dar lugar a eflorescencias, y otros procesos biofísicos (hongos, insectos).

Valle de Amblés y Sierra de Ávila

La comarca del Valle de Amblés y Sierra de Ávila incluye a la capital, con su muralla como elemento del patrimonio histórico por excelencia, así como todas las construcciones religiosas incluidas en la lista de Patrimonio de la Humanidad en 1985 y 2007 (la muralla medieval, las iglesias románicas de San Pedro, San Vicente, San Andrés y San Segundo; iglesias de San Nicolás, Santa María de la Cabeza, San Martín; conventos de la Encarnación, San José y Real Monasterio de Santo Tomás).

Tanto los elementos del patrimonio histórico de la capital como del resto de municipios de la provincia están contruidos con material granítico, con elementos megalíticos de estilos románico y gótico. Asimismo, se encuentran yacimientos de origen vetón (Figura 88).

En estos elementos, las principales patologías a encontrar son erosiones por falta de material, debido a degradación del mismo por el paso del tiempo, al paso de los humanos en sus visitas, al continuo golpeo del viento y el incremento de la severidad del viento acompañado con agua en episodios de lluvia extrema, cada vez más frecuentes debido al cambio climático. Otras afecciones son manchas de humedad, y procesos biofísicos (hongos, insectos).



Figura 88. Ejemplo de elementos históricos en la comarca del Valle de Amblés y Sierra de Ávila

Alto Tormes, Sierra de Gredos y Valle del Corneja

La tercera comarca analizada, la comarca del Alto Tormes, Sierra de Gredos y Valle del Corneja, se caracteriza por un patrimonio histórico formado por arquitectura granítica de estilos románico y vetón, con elementos megalíticos y yacimientos arqueológicos de origen vetón (Figura 89). Esta arquitectura es susceptible de sufrir manchas de humedad, procesos biofísicos (hongos, insectos), y erosiones que pueden provocar falta de material.



Figura 89. Ejemplo de elementos históricos en la comarca del Alto de Tormes, Sierra de Gredos y Valle del Corneja

Valle del Alberche y Tierra de Pinares

El patrimonio de la comarca del Valle del Alberche y Tierra de Pinares se describe como arquitectura granítica de estilos pre-románico, románico, renacentista y neoclásico (Figura 90). Por tanto, las principales afecciones que se puede encontrar en los mismos serán manchas de humedad, erosiones y falta de material, y procesos biofísicos (hongos e insectos).



Figura 90. Ejemplo de elementos históricos en la comarca del Valle del Alberche y Tierra de Pinares

Valle del Tiétar

Similar al resto de comarcas, el Valle del Tiétar también presenta arquitectura granítica en sus elementos de patrimonio histórico. Los estilos de construcción datan de las épocas medieval, gótica y renacentista; aunque también se pueden encontrar elementos anteriores tales como necrópolis y un castro prerromano (Castro del Raso).

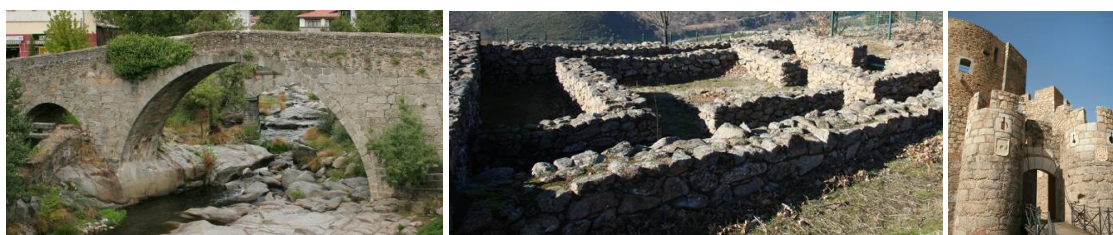


Figura 91. Ejemplo de elementos históricos en la comarca del Valle del Tiétar

La tabla 21 muestra un resumen de materiales y patologías en los elementos de patrimonio histórico-cultural de cada comarca de la provincia de Ávila.

Tabla 21. Resumen de características de los elementos del patrimonio histórico y sus posibles patologías debidas al cambio climático para las cinco comarcas de Ávila

Comarca	Materiales	Patologías
La Moraña	Ladrillo, mampostería, yeso, madera	Erosiones: falta de material Eflorescencias Manchas de humedad o ensuciamiento Procesos biofísicos
Valle de Amblés y Sierra de Ávila	Granito, mampostería	Erosiones: falta de material Manchas de humedad Procesos biofísicos

Alto Tormes, Sierra de Gredos y Valle del Corneja	Granito	Erosiones: falta de material Manchas de humedad Procesos biofísicos
Valle del Alberche y Tierra de Pinares	Granito	Erosiones: falta de material Manchas de humedad Procesos biofísicos
Valle del Tiétar	Granito	Erosiones: falta de material Manchas de humedad Procesos biofísicos

5.10.2. Principales actividades turísticas en la provincia de Ávila

Analizamos los principales atractivos turísticos en la provincia de Ávila, desglosados en comarcas:

Ávila y alfoz

Los atractivos turísticos de la capital se centran principalmente en los edificios eclesiásticos (desde la Catedral, pasando por los vestigios románicos en la Basílica de San Vicente y Los Arrabales, hasta Ermitas como la de Nuestra Señora de las Vacas, la de San Esteban y la de San Segundo), y en los edificios de la época medieval (Palacio de los Verdugo, Palacio del Episcopio), con permiso por supuesto de la Muralla de Ávila.

Estos atractivos están organizados por rutas para facilitar su visita (Ruta Teresiana, Ruta de los Palacios).

En el alfoz de la ciudad, destacan principalmente activos relacionados con el medio ambiente y el patrimonio inmaterial, como la Ruta de los Castros Vetones, la Ruta de los Castillos en Arévalo, el Camino de Santiago a su paso por El Tiemblo, y la Ruta de Isabel en Castilla y León con inicio en Madrigal de las Altas Torres.

La oferta de alojamientos turísticos en la ciudad de Ávila es elevada, contando con más de 90 alojamientos tipo hotel u hostel, y más de 50 ofertas de alojamiento en forma de apartamentos, casas y chalés.

La Moraña

Por la comarca de La Moraña también pasan los trazados de las Rutas de Isabel en Castilla y León, la Ruta de los Castillos y el Camino de Santiago, además de marcar rutas propias como la Ruta de Retablos y Artesonados en La Moraña, o la ruta del Mudéjar en La Moraña, con inicio en el municipio de Madrigal de las Altas Torres.

Como puntos de mayor interés, destacan los municipios de Arévalo y de Madrigal de las Altas Torres.

Asimismo, se puede realizar turismo más activo en la comarca de la Moraña, con diversas rutas de senderismo y de ornitología.

La comarca de La Moraña tiene una oferta de alojamientos más basada en servicios ofrecidos por particulares (alquiler de apartamentos y casas o chalés), mientras que las ofertas tipo hotel u hostel son más escasas (1 o 2 instalaciones de cada tipo).

Valle de Amblés y Sierra de Ávila

Además de disponer de diversas rutas de senderismo, destaca como actividad la observación de las estrellas organizada en el municipio de Mingorría.

Otras rutas organizadas en la provincia discurren también por esta comarca, tales como el Camino de Santiago, la Ruta de Castros Vetones y la Ruta de los Castillos de Arévalo.

Se trata de una zona cuya oferta de alojamientos está formada por casas rurales, y elementos históricos rehabilitados, como la Hostería Mudéjar de Velayos o la Torre del Mayorazgo de Villatoro.

Valle del Alberche y Tierra de Pinares

Se trata de una comarca especialmente prolífera en actividades turísticas, destacando 64 rutas de senderismo, 5 bodegas para enoturismo, 2 rutas de ornitología y 2 rutas guiadas, por Pinares Llanos de Peguerinos, y por el Casillo Palacio de Magalia en el municipio de Navas del Marqués. Asimismo, parte de la comarca en la frontera con Madrid

forma parte del Parque Natural Sierra de Guadarrama, mientras que en El Barraco se encuentra la Reserva Natural Valle de Iruelas.

Con respecto al turismo de municipio, destacan Las Navas del Marqués, con su Camino de las Esculturas; Cebreros, con su centro histórico y el Museo Adolfo Suárez y La Transición; y El Barraco, con su Museo de la Naturaleza.

La comarca del Valle del Alberche y Tierra de Pinares presenta una oferta de alojamientos muy en línea con la ruralidad de su oferta turística, basándose principalmente en casas y chalés, apartamentos, chalets de montaña y casas rurales (más de 30 ofertas de este tipo), siendo el número de hoteles y hostales más limitado (del orden de 5).

Valle del Tiétar

El Valle del Tiétar también se caracteriza por las actividades de turismo activo, con 67 rutas de senderismo, 2 bodegas para enoturismo, 6 rutas de ornitología y actividades organizadas de paseos a caballo. También destacan las rutas organizadas para visitar las Cuevas del Águila en Arenas de San Pedro y el Museo Histórico del Castillo en La Adrada. A nivel municipios, los que más visitas reciben son Arenas de San Pedro, Candeleda y Mombeltrán (y la Ruta de las Cinco Villas). En estos municipios también se encuentra el mayor número de alojamientos, siendo la oferta hotelera (y de hostales) en la comarca del orden de 25 establecimientos, mientras que la mayoría de los establecimientos son de tipo rural: casas y chalés, apartamentos, casas rurales, villas (más de 80).

Alto Tormes, Sierra de Gredos y Valle del Corneja

Además de la propia capital, en la provincia de Ávila destaca la Sierra de Gredos como uno de los principales atractivos naturales y turísticos de la provincia. En el año 1996, fue declarado Parque Regional. Con el paso del tiempo son cada vez más las personas que se acercan a conocer y disfrutar de este entorno natural (la ocupación de casas rurales ha subido un 10% entre 2019 y 2020, mientras que la ocupación de los paradores ha pasado del 66 al 74% en el mismo periodo). Se trata de una zona que permite disfrutar de la naturaleza de diferentes maneras: desde la realización de diferentes actividades deportivas hasta el turismo. Como consecuencia se trata de una zona que está muy bien preparada para la recepción de turistas.

Una de las actividades económicas de mayor impulso y con mayor proyección en la Sierra de Gredos es el turismo, estando constituido actualmente por al menos 9 empresas en el sector de alimentación y bebidas, 29 empresas de alojamientos (hoteles, hostales, casas rurales, camping y albergues), 24 empresas de hostelería (restaurantes, bares y cafeterías), 3 empresas de recuerdos y artesanía y 9 empresas dedicadas al ocio activo, todas ellas dadas de alta en el directorio web gredos.eu en la provincia de Ávila. Sin embargo, para poder ser una solución económica a la comarca en el largo plazo, este turismo ha de ser sostenible, tanto a nivel de contaminación como de integración visual y acústica en el entorno, minimizando las perturbaciones tanto en el paisaje como en la flora y la fauna residentes.

Similar al resto de comarcas, la oferta de alojamientos turísticos está sobre todo relacionada con el pequeño establecimiento rural, con más de 40 casas y chalés, chalets de montaña y apartamentos destinados a la acogida de turistas. La oferta de hoteles y hostales ronda los 15 establecimientos.

5.10.3. Índice de Confort Turístico en la provincia de Ávila

En términos generales, el Cambio Climático y sus posibles efectos, puede afectar tanto a los flujos globales de turistas de un lugar como a la distribución estacional de los mismos, pudiéndose organizar el estudio del impacto del Cambio Climático en el turismo diferenciando entre el impacto que puedan tener fenómenos climáticos extremos y el que pueda tener la variación gradual de las variables climáticas y meteorológicas.

Los fenómenos climáticos extremos pueden hacer que el *atractivo* turístico de un lugar disminuya drásticamente, llegando incluso a desaparecer, causando un rápido y gran impacto en aquellos sectores relacionados con el turismo. Pero en este caso, es de prever que el turismo se recupere a medida que los efectos del fenómeno extremo

desaparezcan, si bien para ello pueden ser necesarios estímulos adicionales, como ayudas para recuperarse de los daños materiales sufridos tras el fenómeno o de publicidad, para conseguir recuperar la confianza de los turistas y los flujos que pudieran haberse derivado hacia otros lugares.

Por otra parte, los cambios graduales a medio y largo plazo originados por el Cambio Climático, tales como el aumento medio de temperaturas o la disminución de precipitaciones (o modificación de su patrón), pueden influir también en el turismo, originando un cambio de hábitos que puede llegar a ser de carácter permanente.

En el caso de Ávila, aquellas zonas de la provincia en las que el turismo se debe principalmente a su patrimonio histórico-cultural seguirán contando con él como recurso (a pesar de que parte de dicho patrimonio pueda verse afectado por las consecuencias del Cambio Climático, como se señala en el apartado 5.9.1). Sin embargo, el Cambio Climático puede hacer que desaparezcan algunos de los atractivos de las zonas montañosas, como los glaciares y neveros.

La demanda turística de una zona montañosa es función, no solo del tipo de paisaje, sino también de otros factores como la variedad de actividades ofertadas, la presencia de infraestructuras adecuadas y la facilidad de acceso¹⁷. Por ello, aunque las zonas de la provincia en las que la nieve es un recurso turístico se verían afectadas, se debe señalar que estas zonas seguirían teniendo un gran potencial. El turismo es un sector con una gran resiliencia y capacidad de adaptación y es de esperar que los negocios turísticos se reestructuren aprovechando otros potenciales que la montaña ofrece, si bien requerirán atención.

Los cambios graduales de las variables climáticas y meteorológicas pueden llevar también a un cambio en los hábitos de los turistas, cambiando tanto los flujos estacionales como la distribución de actividades a lo largo de la jornada, ya que cambios en variables como la temperatura o la precipitación influyen en la sensación de confort de una persona a la hora de realizar actividades turísticas.

El *Índice de Confort Turístico* es una manera de cuantificar la sensación de confort de una persona en relación con el turismo. El índice de confort turístico más extendido es el de Mieczkowski, planteado en 1985¹⁸, que ha tenido desde entonces una gran relevancia en la literatura científica. Relaciona el índice de confort térmico, que depende de factores meteorológicos y fisiológicos, con otras variables cuantificables, relacionadas con lo agradable que puede ser hacer turismo en un momento determinado, como la cantidad de precipitación, las horas diarias de sol o la velocidad del viento. En 2018, López y García propusieron modificar el índice de Mieczkowski, adaptándolo al turismo de interior en la península Ibérica, denominándolo **Índice Climático Turístico de Interior, ICTI**¹⁹.

Siguiendo la metodología planteada por López y García, se ha calculado este índice para varias localidades de la provincia de Ávila, en un transecto Norte - Sur, de las que se disponía de datos de alta resolución (horaria) y que pueden resultar representativas de diferentes zonas que se pueden encontrar en la provincia. Estas localidades han sido Arévalo, Ávila, Muñotello y Puerto el Pico.

El ICTI varía entre 0 y 100, si bien para facilitar la interpretación, los autores plantean agruparlo en cinco categorías: **óptimo** si el valor está entre 70 y 100; **muy bueno** entre 60 y 69; **bueno** entre 50 y 59; **desfavorable**, entre 30 y 49 y **muy desfavorable** si es menor que 30.

¹⁷ Prideaux, B., Coghlan, A., & Mcnamara, K. (2010). Assessing tourists' perceptions of climate change on mountain landscapes. *Tourism Recreation Research*, 35(2), 187-200.

¹⁸ Mieczkowski, Z. (1985). The tourism climatic index: a method of evaluating world climates for tourism. *Canadian Geographer/Le Géographe Canadien*, 29(3), 220-233.

¹⁹ López, A. M., & García, F. F. (2018). Propuesta de un índice climático-turístico adaptado al turismo de interior en la Península Ibérica: aplicación a la ciudad de Madrid. *Investigaciones geográficas*, (70), 31-46.

Los resultados mensuales del porcentaje de horas que entran en cada categoría, filtrados entre las 8 de la mañana y las 11 de la noche, para las distintas localidades se muestran a continuación, en el periodo febrero 2019 - diciembre 2020 (octubre en el caso de Ávila).



Figura 92. Índice Climático Turístico de Interior. Porcentaje de horas en cada categoría en el intervalo 8:00 - 23:00 h.

Como era previsible, se observa que en todas las localidades de la provincia los meses más aptos para el turismo son los correspondientes a la estación estival, siendo desfavorables la mayoría de los días desde noviembre hasta abril. El aumento gradual de temperaturas y la disminución de precipitaciones predicho por los modelos de evolución climática (ver apartado sección 5.1) podría hacer que los meses de otoño e invierno fueran más agradables desde un punto de vista turístico, lo que podría influir positivamente en la demanda, adelantando la temporada de verano y retrasando la invernal.

En verano, si bien en los meses de junio, julio y agosto la mayoría oscila entre bueno y óptimo, un análisis detallado del índice muestra como, en algunos días de los meses de julio y agosto, las condiciones a las horas centrales del día pueden hacer que el valor del índice disminuya, especialmente en las zonas norte de la provincia.

Como ejemplo, en la figura 93 se muestra el caso del 30 de julio de 2020 en Arévalo, en el que las temperaturas en las horas centrales del día hicieron que el índice de confort disminuyera, mientras que ese mismo día en la zona de Puerto el Pico resultó más agradable.

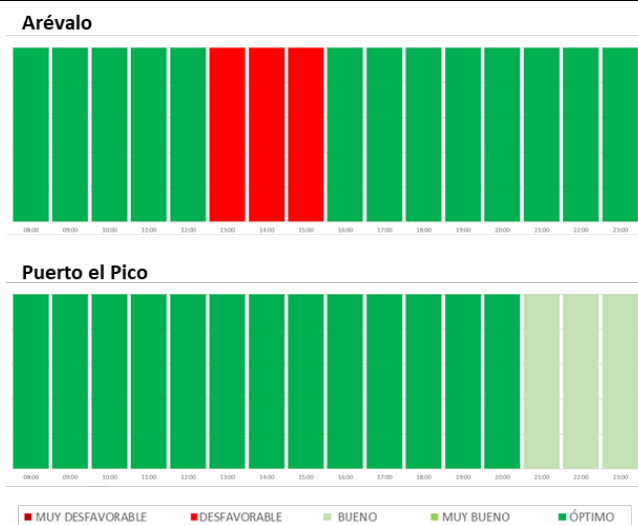


Figura 93. Índice Climático Turístico de Interior en Arévalo y Puerto el Pico el 30 de julio de 2020

El aumento gradual de temperaturas predicho por los modelos de Cambio Climático podría acentuar este efecto, principalmente en la mitad norte de la provincia, haciendo que las horas centrales del día fueran menos favorables para el turismo, lo que podría influir en el tipo de actividades que los turistas realicen a lo largo de la jornada.

Estas conclusiones tienen en cuenta la definición original de ICTI. En el caso de aprovechamiento de situaciones como máximos de nieve para la realización de actividades relacionadas con ella, este índice requiere ser matizado, y en su caso tener en cuenta los requerimientos climáticos.

6. Encuadre económico

El objetivo de este punto es revisar los principales instrumentos a disposición de las Administraciones Públicas locales, en general, y la Diputación de Ávila, en particular, para la financiación de proyectos relacionados con la mitigación y adaptación al cambio climático, alineados con los objetivos y contenidos de este estudio.

El acceso a los fondos europeos en el momento actual viene definido y delimitado por el Marco Financiero Plurianual (MFP) de la Unión Europea para el período 2021-2027, como mecanismo de naturaleza presupuestaria ordinario, y el Instrumento Europeo de Recuperación *Next Generation EU* (NG), que incluye medidas extraordinarias ante la amplia y profunda incidencia del COVID-19.

Después de varias propuestas presentadas entre mayo y julio de 2020, por parte tanto de la Comisión Europea como del Consejo Europeo, el 21 de julio se alcanzó un acuerdo sobre la dotación presupuestaria sobre ambos mecanismos por un importe de 1,82 billones de euros (1,07 billones para el MFP, 750.000 millones para el NG, en euros constantes de 2018). Aunque en el momento en que se escriben estas líneas el acuerdo aún está **pendiente de la aprobación final** por parte del Parlamento Europeo, tras el acuerdo político alcanzado el 10 de noviembre de 2020, los instrumentos financieros relevantes para los objetivos de este estudio están ya claramente definidos:

- Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), recordando que Castilla y León no está dentro de las regiones objetivo 1 ni objetivo 2, a las que en principio se reservará el 65 % del Fondo. El FEDER, con una dotación de 222.133 millones de euros para el período 2021-2027 en la propuesta de la Comisión, es el segundo instrumento de financiación más fuerte dentro del presupuesto de la Unión Europea, sólo superado en cuantía por el Fondo Europeo Agrícola de Garantía (FEAGA). Dentro de FEDER se integran programas como URBACT e INTERREG, dentro del cual, a su vez, se encuentra INTERREG A de Cooperación Transfronteriza (incluyendo POCTEP), INTERREG B de Cooperación Transnacional (incluyendo SUDOE) e INTERREG C de cooperación

interregional (incluyendo INTERREG Europe), todos ellos con oportunidades de acceso para la Diputación de Ávila.

- Horizonte Europa, el nuevo programa marco de investigación e innovación de la UE para el período 2021-2027, presentado en junio de 2018 como prolongación del programa 2020, y con una dotación de 75.900 millones de euros (79.900 millones después del acuerdo político con el Parlamento Europeo), que se ven incrementados en 5.000 millones adicionales por el Instrumento Europeo de Recuperación NG.
- Fondo InvestEU, sucesor del llamado *Fondo Juncker*, que es un programa de créditos de utilizando el presupuesto europeo como colateral. Aunque la dotación presupuestaria para el período 2021-2027 en la propuesta de la Comisión es de 2.800 millones de euros (3.800 tras el acuerdo político con el Parlamento Europeo), el NG reserva para este fondo 5.600 millones adicionales.
- Nueva Iniciativa de Ayuda a la Recuperación para la Cohesión REACT-EU, dotado con 47.500 millones de euros del NG. Esta iniciativa apoyará acciones de reparación de la crisis en sectores vinculados con una recuperación ecológica, digital y resiliente, y su aplicabilidad al marco analizado en este estudio depende de cómo se defina finalmente en el MFP. Contemplará bonificaciones a la contratación y suministro de capital de explotación a PYMEs, en todos los sectores económicos incluyendo turismo y cultura, y para inversiones esenciales en las transiciones ecológica y digital.
- Nuevo Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, con el objetivo de apoyar financieramente a gran escala las inversiones y las reformas orientadas a una recuperación duradera y a mejorar la resiliencia económica y social de los Estados miembros, así como apoyar las transiciones ecológica y digital. El Instrumento Europeo de Recuperación apuesta fuertemente por la actuación a través de este mecanismo, especialmente en este momento de crisis en el que la capacidad financiera de los Estados miembros es más reducida, y reserva una dotación de 672.500 millones de euros (360.000 millones en préstamos, 312.500 millones en subvenciones).
- Nuevo Fondo de Transición Justa, con el fin de paliar posibles efectos socioeconómicos de la transición hacia la neutralidad climática apoyando, por ejemplo, el reciclaje de trabajadores, la creación de nuevas oportunidades económicas para PYMEs, la inversión en energías limpias y la transición hacia una economía circular. La dotación de este fondo son 7.500 millones de euros para el período 2021-2027, que se ven incrementados en 10.000 millones por el Instrumento Europeo de Recuperación.
- Programa de Medio Ambiente y Acción por el Clima (LIFE), que continuará siendo el único instrumento financiero de la Unión Europea dedicado de forma exclusiva a contribuir al logro de los objetivos ambientales y climáticos de la Unión Europea, mediante la provisión de soluciones y mejores prácticas, con una dotación prevista para el período 2021-2027 de 5.432 millones de euros.

Es interesante destacar que el acuerdo final alcanzado en julio de 2020 recoge que el 30 % del total de los gastos del MFP 2021-2027 y del NG se destinarán a proyectos relacionados con el clima, básicamente relacionados con el objetivo de la UE de lograr la neutralidad climática antes de 2050, los objetivos climáticos de la UE para 2030, y al logro de los objetivos relacionados con el Acuerdo de París.

En relación con todo lo anterior, el Gobierno de España ha elaborado ya las líneas generales para la aplicación, en los próximos tres años, del 50 % de los recursos con los que España contará en virtud del Instrumento Europeo de Recuperación NG. Estas líneas generales conforman el llamado Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, presentado en octubre de 2020, guiando por tanto la ejecución de cerca de 72.000 millones de euros entre los años 2021 y 2023 (59.000 millones del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, y 12.400 millones de la iniciativa REACT-EU) y cumpliendo las prioridades establecidas en los acuerdos adoptados, de forma que la inversión considerada como "verde" representa aproximadamente el 37% del total del Plan. Puede observarse que dos de las cuatro transformaciones que el Gobierno considera centrales en la estrategia de política económica (transición ecológica y cohesión social y territorial) son relevantes para los objetivos de este estudio.

La actividad del Banco Europeo de Inversiones (BEI) orientada a proyectos ambientales también puede servir a las necesidades de financiación relacionada con los objetivos de este estudio. Aunque esta actividad está, en principio, fuera del MFP y, por supuesto, también del Instrumento Europeo de Recuperación, merece la pena comenzar resaltando que la propuesta presentada por la Comisión Europea en mayo de 2020 incluye una dotación de 10.000 millones de euros en préstamos del Banco Europeo de Inversiones, como pilar adicional del Mecanismo para una Transición Justa. Dejando a un lado esta operativa, que tiene un alcance temporal, los instrumentos de financiación disponibles desde el BEI en relación con los objetivos de este estudio serían los siguientes:

- Préstamos para el sector público, desde 25 millones de euros, para proyectos de inversión alineados con una o más de las líneas prioritarias del BEI (clima y medio ambiente, innovación, infraestructura, PYMEs, cohesión y desarrollo).
- Préstamos-marco para el sector público, desde 100 millones de euros, también para proyectos alineados con una o más de las líneas prioritarias del BEI.
- Inversión en fondos de capital y deuda orientados a proyectos con efectos climáticos.
- Financiación combinada, que podría abrir una nueva línea de canalización de fondos en relación con la nueva taxonomía de inversiones sostenibles de la Unión Europea.

En cuanto a los instrumentos financieros nacionales, aunque generalmente de menor dotación, suponen también una buena oportunidad para acceder a fondos de financiación de proyectos relacionados con la mitigación y adaptación al cambio climático. Los más relevantes se recogen a continuación:

- Proyectos Clima del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, promovidos a través del Fondo de Carbono para una Economía Sostenible (FES-CO2). El desarrollo de estos proyectos conduce a una reducción de emisiones de CO2 en sectores difusos, es decir, aquéllos no sujetos al régimen europeo de comercio de derechos de emisión (entre ellos, transporte, agricultura, residencial o residuos), reducción que, una vez verificada, es adquirida por el FES-CO2 según un calendario pactado por un máximo de cuatro años, a un precio aproximado de 10 euros por tonelada de CO2 (9,7 en la convocatoria de 2019), de acuerdo con las previsiones del Real Decreto 1494/2011, de 24 de octubre, por el que se regula el Fondo de Carbono para una Economía Sostenible.
- Financiación para el desarrollo de productos, prácticas, procesos o tecnologías de los llamados Grupos Operativos de la Asociación Europea para la Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas (AEI-Agri), cofinanciados por el FEADER y por fondos de la Administración General del Estado. De acuerdo con el Real Decreto 169/2018, de 23 de marzo, los Grupos Operativos se definen como un conjunto de al menos dos personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, que se asocian para ejecutar un proyecto innovador en los ámbitos de la agricultura, ganadería y silvicultura, así como en la transformación y comercialización de productos agroalimentarios o forestales. Las convocatorias de ayudas se suelen producir anualmente.
- Ayudas a proyectos de I+D+i canalizadas por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), entidad pública empresarial dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación. El CDTI concede a todo tipo de entidades jurídicas ayudas económicas propias (tanto ayudas parcialmente reembolsables como subvenciones y capital riesgo) y les facilita el acceso a programas de ayudas de terceros (por ejemplo, subvenciones del Programa Marco de I+D de la UE) para la realización de proyectos de investigación y desarrollo tanto nacionales como internacionales.
- Programas de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, para financiar proyectos que tienen por objeto proteger el patrimonio natural bajo diversas convocatorias (principalmente las de biodiversidad terrestre, cambio climático y calidad ambiental, y economía y empleo verde).

7. Acciones de comunicación y difusión de resultados.

La principal acción de comunicación ha sido la creación de un Observatorio del Cambio Climático de la provincia de Ávila, cuyo doble objetivo es el de (1) incorporar a los agentes activos de la provincia de Ávila en los diferentes sectores objeto en el desarrollo de Plan de Mitigación y Adaptación y (2) informar a la población abulense de los efectos del cambio climático en la provincia, así como de las mejores medidas para su mitigación, para concienciar a los ciudadanos de la necesidad de actuación y de los cambios.

El Observatorio de Cambio Climático de la provincia de Ávila está disponible en la dirección:

<http://observatorioavila.usal.es/>

En este observatorio, además de información sobre el proyecto y sus avances, se incluyen cuestionarios digitales, para que los agentes activos aporten sus opiniones y experiencias con respecto de la afectación que el cambio climático ha tenido sobre su actividad (Figura 94).

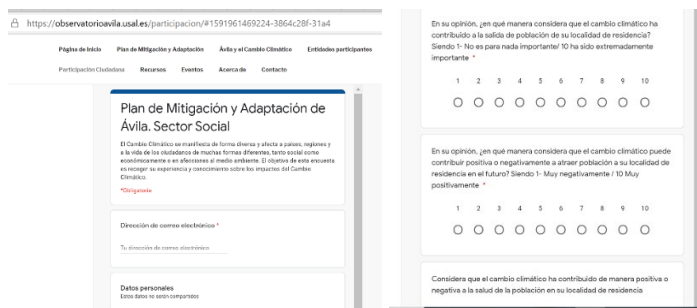


Figura 94. Ejemplo de cuestionario para el Sector Social.

Para conseguir la participación de los agentes activos y la ciudadanía, se han realizado varias acciones como son: (1) presentación oficial de la iniciativa ante los medios de comunicación, por parte de la Diputación de Ávila; (2) envío de emails informativos al listado de agentes interesados, solicitando su participación en el proceso. Asimismo, se ha dado a conocer la existencia de los cuestionarios durante el evento de divulgación de resultados iniciales celebrado el jueves 22 de octubre de 2020.

En la fecha de entrega del 3º informe del Plan de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático de la provincia de Ávila, el estado de respuesta de los cuestionarios es el siguiente:

SECTOR	Social	Natural	Hídrico	Agrícola	Forestal	Industrial	Transporte	Turismo	Residuos
Nº RESP	5	0	0	5	5	2	1	3	1